《新学科丛书》前言



社会主义中国正在腾飞。

腾飞的时代要求人们具有丰富的知识。

当代知识体系已呈现出多彩的态势、全新的格局——现代科学日趋高度分化和高度综合，自然科学与社会科学相互渗透和结合，出现了许多综合学科、边缘学科和分支学科。

我们正面临着知识的挑战。

为了迎接这一挑战，《新学科丛书》将以马克思主义为指导，依据我国的国情，适应社会主义现代化建设的需要，有计划地、有目的地、通俗地介绍以社会科学为主的各门新学科。

《新学科丛书》，理论性与应用性并重，学术性与普及性兼顾，力求用新思想、新材料、新形式、新语言，提供丰富的新知识和新信息，以帮助人们开阔视野，更新知识结构，掌握科学方法，为繁荣社会主义科学文化事业服务。

编　者

目　录

科学的发展史就是一部思维的发展史*

（代　序）

高　士　其

钱学森同志所倡导的"思维科学"确实是一门对于当前和未来有着十分重要的作用和深远影响的科学。

下面，仅向同志们谈一谈我的一点看法。

科学的发展史，也是一部思维的发展史。在人们的社会实践中正是思维提供了客观世界的真实情况和运动规律，从而推动了科学的发展；而科学的发展，又对人类的思维提出了更高的要求。这种周而复始的螺旋式前进，使人类的思维经历了一个从低级到高级、从简单到复杂、从具体到概括的发展历程。在每一个历史阶段中，人类的思维都有着不同于以往的发展、变化和革命性飞跃。正如恩格斯所指出的那样，每一时代的理论思维，都是一种历史的产物，在不同的时代具有非常不同的形式，并因而具有非常不同的内容。因此，关于思维的科学，和其他任何科学一样，是一种历史的科学，关于人的思维的历史发展的科学。然而，为什么思维的历史和组成历

* 本文是高士其同志在1984年8月全国思维科学讨论会上的发言。

史的每一段发展是如此的重要呢？因为思维的每一个变化发展和飞跃，对于当时的历史时代和社会来说所起的作用和影响都是非常的巨大，它是创造的源泉，它推动了社会生产力的发展，实际上人类所创造的每一件物质产品和精神产品都是属于思维的结晶，也正是由于人类在社会实践中充分地运用了科学的思维，才开创了人类社会今天的高度文明。

思维着的精神使人类的主观能动性衍射出一系列的光辉成就，这些成就不仅推动了当时的社会发展，而且也为未来的全新创造打下了一个升华的基础，我们今天本身就是处在前人思维的恩惠之中，包括思维本身也毫不例外。

鉴于思维与科学的关系以及思维本身所具有的巨大神力，人类在很早以前就已经开始不断地对自己的思维进行反思，其用意旨在揭露它的内在奥秘和运动规律，以便更好地把主观的思维和科学的研究结合起来，以达到内外和谐和主客观的高度统一。

人类的思维的发展有其特殊的规律，而科学的发展也有其特殊的规律，但是它们又共同受到普遍规律的支配和制约，它们始终处在历史发展的同一条并行线上，相互间关系是如此的密切，以至于达到盛衰与共，休戚相关的地步。

当中世纪的黑暗宗教统治，把科学沦为神学的婢女时，思维也随之被禁锢在神学的领地。然而科学的真理是不能禁锢的，即便是在那样恶劣的历史条件下，思维也总是悄悄地向着科学靠拢，并孕育出近代科学的萌芽。当文艺复兴的伟大风暴席卷欧洲之际，近代科学就以雷霆万钧之势打破了神学的枷锁，思维也随之获得解放和发展而继续发挥它的固有作用力推动科学沿着历史的轨道不断前进。

今天科学已经进入了一个蓬勃发展的历史时期，因此思维也需要相应地得到极大的发展，这样才能适应科学形势的需要，所以钱学森同志提出建立思维科学的建议并非是一种心血的来潮，而是顺应了历史发展的规律。实际上我们今天所做的工作只是一种继承，继承了人类的遗产。由于科学的发展和前人对思维的认识结果，使得我们已经进入了一个注重自知的阶段，强调自我认识的阶段。人类对思维的长期观察、探索、研究、认识所积累的经验与知识，也已经到了系统总结和整理的时候，到了拿出成果、普及成果的时候。为此钱学森同志提出的建立思维科学的倡议不仅顺应了历史的规律，而且也符合当前整个世界形势的发展和需要。

由于“第三次工业革命”的浪潮已经向我们迎面扑来，由于“信息社会”已经开始在地平线的那一端向我们走来，因而我们面临着在全世界所掀起的技术革命的挑战，这场革命将对我们的一切落后方面提出异议，也将对我们的社会主义改革进行严峻的考验。这场革命的特点是智力革命、知识革命和信息革命，其性质就是发挥智力，创造知识，但是智力的发挥和知识的创造都离不开思维，因此我们的思维也需要有高度的理论指导，思维科学的建立将对研究思维的规律、应用思维的规律和普及思维的规律起到十分巨大的推动作用。

把思维科学的重要成果运用到第五代计算机的制造中去，创造全新的人工智能机，将是一场新时代的技术革命，这场革命将把人类从繁重的记忆和运算的劳动中解放出来，而能以全部的身心投入到有关人类长远发展的创造性工作中去。

思维科学是培养人才的科学，培养人才是思维科学应用

领域中的一个不容忽视的重要方面。国家与国家的竞争，是科学的竞争，是技术的竞争，同时也是教育的竞争，但归根结底却是人才的竞争，而要培养一个人成才，很重要的一个因素在于思维，在于科学的思维。因而通过对思维规律的研究应该把科学的思维原理和方法，告诉给广大的青少年们，因为单纯的进行知识与技术的灌输而没有一种正确的思维方法来予以归纳整理和指导应用，是不能成为四化建设所需要的合格人才，它只能造成头脑僵化、缺乏应变能力和创造能力的一代人。只有具备了正确的思维方法，培养独立思考和分析问题、解决问题的实际能力，才能把所学的知识与技术活化地运用到生活实际和客观世界的改造之中去。

同时，在今天的形势下，人才的培养和科学思维的普及，决不能仅限于青少年与儿童之间，广大的工人农民迫切需要科学思维的普及。在新时代，他们都是人才培养和科学思维普及的对象，因为人们从事任何领域的工作和任何岗位的劳动，都需要有一种正确的思维和切合实际的方法，这里包括国家的领导人、企事业的管理者、党政机关的干部们，以及各行各业的科技工程人员。问题很清楚，只有全民族科学文化知识和创造力的相应提高，才是一个国家现代化的起点和发展基础。

我们要做的工作是大量的，有些是当前迫切需要去做的，也是能够做到的，有些是当前做不到的，而需要以后才能去做，我们应该根据我们的力量和社会的需要，合理地安排任务的轻重缓急。但总而言之，我们应该紧密地结合当前经济体制改革和现代化建设的实际需要。即令在做理论研究工作中，也不要忘记普及工作和宣传工作，因为提高民族的理论思

维，改变落后的民族思维方式，打破因循守旧的保守心理和恪守常规的落后观念，是关系到启蒙愚昧、解放思想的重要方面。只有培养人们勇于变革、锐意进取、不断创新的科学的品质，培养人们接受新事物新理论、并推动新事物新理论不断向前发展的科学精神，才能使我们民族的起点更高，立意更新！

思维科学所蕴含的巨大作用和深远影响，截止到目前，我们还未能窥探到它的全部意义，我们只能在人类思想视野所能见到的范围内略见端倪。但是随着思维科学的建立、研究和发展，随着世界新技术革命的兴起，它必将显示它的全部神力，更好地为我们的国家和人民服务！

我愿和钱学森同志及广大的思维科学工作者们一起为此目标而努力奋斗，克尽一份垂暮之年的绵薄之力。

马克思列宁主义教学怎样面向现代化、面向世界、面向未来

钱 学 森

邓小平同志提出的"教育要面向现代化、面向世界、面向未来"，指明了我国社会主义教育的新方向，是整个教育的指导方针。怎样才能使马列主义教育做到"三个面向"呢？我在下面就提点个人看法，求教于同志们。

一

有些同志认为，现代科学技术的发展方向是自然科学与社会科学的互相渗透和交叉。我以为这样说不那么恰当，因为自然科学和社会科学都属于整个现代科学技术体系的一部分，不能为了说明他们有相互关联，就讲什么互相渗透和交叉。例如人的头和手臂，同属于一个人的身体，头和手臂的关系也是密切的，但总不能说头和手臂是"互相渗透和交叉"的吧。我在这里强调的是现代科学技术的体系，当然也与马克思列宁主义的体系有关，因为马克思列宁主义是科学的。

人们常常说马克思主义有三个组成部分，可分为两大部

门：科学的社会主义和马克思主义哲学。科学的社会主义讲革命的道理，当然包括政治经济学等。而马克思主义哲学就是辩证唯物主义、历史唯物主义、自然辩证法、认识论等等。我认为这种看法是有道理的，是历史发展中形成的；但从现代化的、展望未来的观点来看，它又是陈旧的，应该革新。我们要在马列主义教学中做到"三个面向"，就应该首先从我们的认识上，进行这项改革。

什么是现代科学技术的体系？我以前讲过[1][2][3]，简单地说就是：现代科学技术要分成八个大部门，它们是自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、军事科学和文学艺术的理论科学。这就把以前常说的自然科学和社会科学两个大部门扩展到八个！我又认为部门之分并不在于学科研究对象之不同，而在于研究或看问题的角度不同；对象只有一个，即整个客观世界，人也是客观世界的一部分。什么不同角度呢？自然科学用的角度是物质运动；社会科学用的角度是人类社会的发展运动；数学科学用的角度是质和量的对立统一、质和量互变；系统科学用的角度是系统或整体与局部的统一；思维科学用的角度是人认识客观世界的过程；人体科学用的角度是以人体作为研究的着眼点[4][5][6][7][8]；军事科学用的角度是集团之间的斗争；文学艺术理论科学用的角度是美[9]。也许有同志会问：怎么社会科学也是研究整个客观世界呢？是的，整个客观世界：人的活动已涉及整个地球，地球的上空，现在已扩大到太阳系，将来还要扩展。又有同志会问：文学艺术的理论科学也研究整个客观世界吗？是的，因为美与丑是无所不在的呀。

从每一个现代科学技术的大部门到马克思主义的核心辩

证唯物主义，都有一架桥梁。我认为从自然科学到辩证唯物主义的桥梁是自然辩证法；社会科学引出的桥梁是历史唯物主义；数学科学的是数学哲学，系统科学的是系统论(有别于"一般系统论"，也有别于"三论")；思维科学的是认识论；人体科学的是人天观；军事科学的是军事哲学；文学艺术的理论科学到辩证唯物主义的桥梁是美学。八架桥梁和一个核心，又组成马克思主义哲学的体系；有了结构了，分了三层了。

八个部门，八架桥梁，一个马克思主义哲学的核心辩证唯物主义，全部构筑成现代科学技术的体系。这是人类认识客观世界的总和了吗？是人认识客观世界的学问，即条理系统化了的那部分的总和。但人通过实践累积的经验，还没有系统化为学问的，不在其内，那可以称是知识，不算是现代严格意义的科学。这种知识很重要，但暂时还不能纳入科学，因而有局限性，用它时要注意，弄不好会犯"经验主义"，出差错。将来条理化系统化了，进入科学，就可以摆脱这种局限性。经验知识变成科学，"知识"少了一块吗？不会的，人的实践是无穷的，认识也是无穷的，科学技术和知识都是运动着的，发展的，变化的。

二

上面就是我的看法，也许同志们觉得我这样"改革"，未免太大胆。但我也找到一条依据：我国马克思主义哲学家、理论家、老前辈李达同志早在1948年写的一本《法理学大纲》[10]中就明确地把"科学的世界观"作为借助于人类知识全部历史的成果，在最高层次；下一层次才是"科学的社会观"，并说"法

律观被包摄于社会观之中，直接由社会观所指导，间接由世界观所指导。”李达同志当时不得不避开马列主义这个名词，“科学的世界观”就是辩证唯物主义，“科学的社会观”就是历史唯物主义。这不是清清楚楚，辩证唯物主义和历史唯物主义不在同一层次的吗？

当然，我也不把我在上节中陈述的现代科学技术体系看成是不可变动的。事物是发展的，我这不过是向前走了一步，将来还有发展，路还长哩。但我们要改革，要实事求是，根据现代科学技术的情况和发展趋势，重新构筑它的体系，不可墨守陈规。不然怎能面向现代化、面向世界、面向未来呢？

三

把现代科学技术同马克思主义哲学组成一个严密的体系，也阐明了两点思想：一是马克思主义哲学作为科学技术的最高概括一定要指导一切科学技术工作，这是从原则到具体的指导；二是马克思主义哲学又是从科学技术，即人类实践概括出来的，科学技术的进步，人类实践的发展，也必然会丰富并深化马克思主义哲学。这两点认识是重要的，说明马克思主义哲学是原则，必须坚持，但又不是教条。

现在，不少理、工、农、医高等院校的同学们对马列主义认识不清的不在少数，总以为学不学马列主义无所谓，理由是资本主义国家大学生不学马列主义不是干得很出色吗？对此，我们要抓紧思想政治工作，加强共产主义的思想教育，使他们深刻认识到社会主义制度的无比优越性。而另一方面要使同学们懂得现代科学技术的体系结构，看到不学马列主义，不会

用马克思主义哲学是把我们所特有的最锐利的武器丢了，是傻事。学懂马列主义，会用马克思主义哲学，将使同学们如虎添翼啊！我们研究会的同志们有责任为同学们上好这一课。

本文一开始我就对互相渗透和交叉之说提了异议，但我必须在结束这篇短文时，补充说明：学科之间的互相渗透和交叉，在研究学问和解决实际问题中是经常的；问题涉及面越广、越复杂，就越需要多方面的专家协同攻关。比如我们的研究会要组织研究中国社会主义建设，要成立中国社会主义建设学科分会，就得有各方面的行家共同努力。可是这种工作中的学科之间的互相渗透和交叉不同于科学技术体系中明确的结构组织，不能混为一谈。

[1] 钱学森，《哲学研究》，3(1982)19—22。

[2] 钱学森，《大自然探索》，3(1983)1—5。

[3] 钱学森，《系统思想、系统科学和系统论》，见《系统理论中的科学方法与哲学问题》，清华大学出版社1984年版。

[4] 钱学森，《自然杂志》，1(1981)3—7。

[5] 钱学森，《系统工程理论与实践》，1(1981)2—4。

[6] 钱学森，《自然杂志》，7(1981)483—488。

[7] 钱学森，《自然杂志》，8(1983)563—567。

[8] 钱学森，《大自然探索》，4(1983)15—22。

[9] 钱学森，《江苏美学通讯》，1(1984)1—4。

[10] 李达：《法理学大纲》，法律出版社1984年版，第1—3页。

技术科学中的方法论问题

钱　学　森

关于科学方法论的笔谈，我想提出两点。

第一点是技术科学的研究方法，尤其是怎样用辩证唯物论来提高技术科学研究的效率。因为技术科学是介乎自然科学（特别是基础科学）和工程技术之间的学问，是同生产有密切关系的学问，一项技术科学研究的成功或失败，完全要看它在生产上起不起作用，能不能改进生产方法；所以，技术科学工作者是比较容易克服唯心的、不合实际情况的倾向的。但是技术科学又和工程技术不同，它也要有理论的依据，要有繁复的数学分析，所以它又不是全部靠经验的学科。因此，在技术科学的研究里，最重要的一件事是怎样把理论和实际结合起来；而其中最困难的是：结合理论和实际这一个工作并不只是把自然科学的规律和理论应用到实际问题上去。要是如此，那岂不是一个简单的推演工作吗？其实，自然科学虽然在近百年来有了飞跃的发展，但它们仍然不能是尽善尽美的，仍然要发展前进的，这也就是说今天的自然科学决不能包罗万象，总有些东西没有包罗进去；而这些还没有被收纳到已被发现的自然科学规律和理论里去的东西，就很有可能在实际问题中出现。因此，技术科学的研究一面要尽量利用自然科学的成

就，而另一面又不能完全依靠自然科学的成就。这也就是说：在技术科学的研究中，我们把理论和实际要灵活地结合，不能刻板行事。我想这个灵活地结合理论与实际也就是辩证唯物主义的真髓了。因此，我以为世界上第一流的技术科学家们都是自发的辩证唯物论者，他们的研究方法是值得总结的。而有了辩证唯物论我们也可以把它用到技术科学的研究上去，提高研究的效率，少走弯路！

第二点是工程师们常常运用的经验方法，联想方法，或者简直是猜想方法，到底是怎么一回事？显然地，这些工程师们常用的工作方法是很有效的。也可以说越是好的工程师，他就越会运用这些方法，运用这些方法来解决看来很复杂，不能够用"死板的科学方法"来解决的实际问题。世界上有千千万万的工程师，他们或多或少都在用这些"不科学"的办法，我们应该把这些方法搞清楚，总结出来。因为这些方法是在形式逻辑之外的，对这些方法的研究就一定能够丰富自然辩证法。

关于思维科学

钱 学 森

已经是几年前了，我写了两篇涉及思维科学的东西[1][2]，本来是探讨在现代科学技术的体系结构[3]中有无思维科学这样一个平行于自然科学技术、社会科学技术等大部门的科学技术部门。后来我又多次同中国科学院学部委员、计算技术研究所研究员胡世华同志和上海华东师范大学心理学系胡寄南教授讨论过这个问题，还有许多热心同志和我书信往来或面谈过思维科学的研究。他们的见解对我都有启发、有教益，使我对思维科学的认识有些发展，有些调整。为了向大家报告我学习的情况，我写了这篇文字，请大家批评指正。

一

我想首先要说清的问题是：能不能和有没有必要建立思维科学这个科学技术大部门。关于这个问题的第一部分，能不能的问题，实际是问人的思维有没有规律。如果没有规律那当然不能建立关于思维的科学。从广泛的意义上讲，从唯物主义的思想讲，思维当然有规律，因为思维也是一种客观现象，而一切客观的东西及其运动都有自己的规律，思维当然也

不例外。但我们还宜再深入地研究一下这个问题，这又可以分两个方面来讲。

我们可以先从思维是人的中枢神经系统，特别是大脑受外界各种刺激而引起的这一点看。外界各种刺激又是客观世界变化和运动的产物，这些变化和运动是遵循客观世界规律的，即自然界的规律和社会的规律，所以外界各种刺激也是有它们自己的规律，而不是无缘无故，无章可循的。这样，人的中枢神经系统、大脑的活动也就当然要有规律，人的思维要有规律。也许有人会问：外界各种刺激有规律，就准能说人的思维有规律吗？人脑会不会“别出心裁”？或说因人而异，人与人完全不同？这就是又深入一步到答案的第二个方面了：虽然每一个人的脑子在结构和功能方面不见得一模一样，不然就成了机器人，不是活人、真人了。但是人脑毕竟是亿万年生物进化的结果，遗传是起作用的，从根本上说人脑的结构是完全相同的，人脑受相同的生活经验或相同的社会实践所引起的适应、发展和调整也是相同的，这就从人脑的微观结构方面保证了人的思维的规律性。

当然，不是绝对没有例外。社会上还有由各种不幸造成的病人——疯子，但疯人的脑子也是物质构成的，他们的思维可能不同于常人，可是也一定有它自己的规律，那是精神病的学问了。

以上讲了思维是有规律的，这实际早就是辩证唯物主义结论之一。研究这部分客观规律的学问，思维科学是可以成立的，不管什么种类的思维都不例外。什么“神灵感应”？没有的事！还是人脑的功能，叫“人灵感应”吧。

现在再来讲有没有必要建立思维科学这个科学技术大部

门。这里的一个基本道理是现代科学技术已经发展成为一个学科林立，分工越来越细，但又同时相互关系密切，形成一个整体。是整体就不能不研究整体中的结构，学科之间的联系和相互关系。是整体，就是一个系统，而系统一定有清晰的层次和部门性的分系统。所以我们研究现代科学技术的体系结构就要注意找出其中横向的层次和纵向的部门分系统，不然就认不清其中梗概；而如果连体系的梗概都没弄清，又怎么能真正理解学科之间的相互关系呢？这也是我不太满意有些评述现代科学技术体系的论文的原因，它们把学科之间的关系搞得很乱，体现不了事物本来具有的结构。我所建议的纵向分法已经在以前阐述过，即分为自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、人体科学和思维科学六大部门，理由已经说过，不再在此重复。

这里我想讲一讲横向层次的划分。我们作这种划分的原则是：由于人认识客观世界是为了改造客观世界，我们划分层次可以按照是直接改造客观世界，还是比较间接地联系到改造客观世界来划分。其实这种分层法早已在自然科学的近一百多年的实践中逐渐形成。因此也是经验的总结，不是凭空的臆想。在自然科学中，最先形成是理论的层次，即基础科学。至于直接改造客观世界的工程技术，先是作为工艺，不作为科学的；是大约在十九世纪末，二十世纪初才成为科学，在高等院校中讲授了。至于介乎基础科学和工程技术之间的技术科学，它一方面是基础科学的应用，一方面又是不止一门工程技术的理论基础，形成得更晚一些，大约在本世纪二、三十年代[4]。我认为这种层次划分是有道理的，是普遍适用的，六个大部门都分基础科学、技术科学和工程技术三个层次。三

个层次之上，作为人认识客观世界的最高概括，当然应是马克思主义哲学。

总的来说，以上就是现代科学技术的体系结构，其中思维科学是作为一个部门和其他部门并列的，它也说明思维科学内部层次的划分，以及与马克思主义哲学的关系。思维科学作为一个部门这样建立起来了，就可以明确上下左右的联系，有利于思维科学内部各学科相互借鉴，促进其发展。这就是建立思维科学这样一个现代科学技术部门的必要性。

二

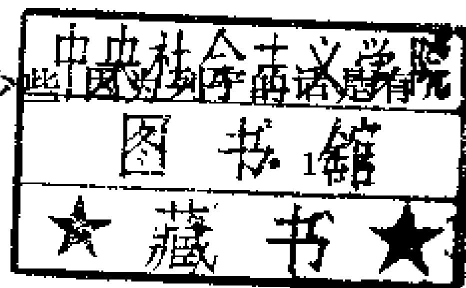
开宗明义，思维科学只研究思维的规律和方法，不研究思维的内容，内容是其他科学技术部门的事。现在我来谈谈思维科学这个现代科学技术分系统的具体构筑问题。

我曾经讲过，思维科学的基础科学是研究人有意识思维的规律的科学，可以称之为思维学。胡思乱想，不在思维学之内。又因为这种有意识的思维，除抽象（逻辑）思维之外，还有形象（直感）思维和灵感（顿悟）思维，所以思维学又可以细分为抽象（逻辑）思维学、形象（直感）思维学和灵感（顿悟）思维学三个组成部分。我还说思维学作为思维科学的基础科学之上，上升到一切人类知识最高科学概括的马克思主义哲学要通过一架桥梁，即认识论。我又以为思维学中只有抽象思维研究得比较深，已经有比较成熟的逻辑学，而形象思维和灵感思维还没有认真研究，提不出什么科学的学问。这些意见说得过于简括，有些同志有意见，但似乎是出于误解，所以现在要加点说明：

首先是逻辑学的涵义的问题，它是把抽象(逻辑)思维的规律形成一门严密的理论学科，如同数理逻辑。数理逻辑是我说的抽象思维学的一部分和模型。说一部分的意思是，因为数理逻辑集中研究数学科学里的逻辑问题，还不是全部抽象思维，而且数理逻辑比较集中于形式逻辑，尽管象哥德尔(K. Gödel)的不完备性定理好象在突破形式逻辑，进入到辩证逻辑。说模型的涵义是讲其严密的理论性，够得上基础科学的要求。这样也就解释了我为什么说，形象思维和灵感思维的研究还未达到科学的要求，虽然不精确的描述和思辩性的议论是非常之多的，但不够严格。当然，我们也不能就这样说形象(直感)思维和灵感(顿悟)思维本身就比抽象(逻辑)思维低一等，我以为这两种思维的客观存在和重要性是不必怀疑的，而怀疑的人可能是由于缺乏亲身体会而已。

我用了逻辑学这个词，又引起一些哲学家们去联想到哲学里面的逻辑和逻辑学，例如黑格尔的《大逻辑》和《小逻辑》等书。也因此以为我混淆了马克思主义哲学和思维学，要把辩证唯物主义拖下最高理论概括的阶层，而且违背了列宁的教导："逻辑、辩证法和唯物主义的认识论是一个东西"，等等。我想为了避免不必要的麻烦，还是把思维科学的基础科学的一部分、抽象思维部分，称作为抽象思维学或主观逻辑，因为是人脑子里的思维逻辑。而辩证法还是辩证法，不要称作为逻辑；一定要称逻辑，也是客观逻辑，因为是客观事物的规律。拉开一点距离，以免搅在一起。但拉开并不等于无关，怎么会无关呢？马克思主义哲学、辩证唯物主义是指导一切科学研究，联系一切科学研究的嘛。

至于认识论这个词，我以为混乱少些，因为列宁的话是有



针对性的，不宜断章取义；我们的哲学家也不会把马克思主义哲学和认识论等同起来。我不过联系到思维科学，把认识论作为桥梁，也还是马克思主义哲学的结构的一个组成部分[5]。这样做的理由是：思维科学的目的在于研究人认识客观世界的规律和方法。也因此我现在建议思维科学的一个别名是“认识科学”，英文的 cognitive science。当然国外所说认识科学的范围比这里讲的要窄，但仍不妨用这个英文词，但扩大其涵义。

再一个有关思维科学分系统的结构问题是意识和大脑的问题，因为思维是意识的一部分。对这个问题，我以前为了强调思维的物质基础，在联系思维科学时讲到大脑的结构和功能，因而也好象研究人脑的功能也成了思维科学的一部分工作了。在这里我要纠正这个印象。我现在认为研究人脑的功能是人体科学（一个思维科学的紧邻）的事，不能把比思维更广泛的意识放到思维科学部门中来探讨。为什么呢？由于现代脑神经学的迅速发展，意识的真象已逐渐被揭示出来，按1981年诺贝尔奖金获得者美国脑神经学家斯佩雷（R. Sperry）的看法，意识或精神是人的中枢神经系统，特别是人脑的最高层活动[6]，而人脑的基层活动是由于受外界刺激后的神经系统活动所引起的。这样生理学和神经学结合成为心理学的理论基础，生理心理学（physiological psychology）。生理心理学和脑神经学的进一步升华，就会产生阐明人脑高层次活动的心理精神论（psychological mentalics），最后到研究意识和精神活动的精神学（mentalics）。这几门学问都属于人体科学，而且是人体科学的基础科学部分，因为意识对人体生理过程的反作用是人体科学的一个重要研究方面。但意识又

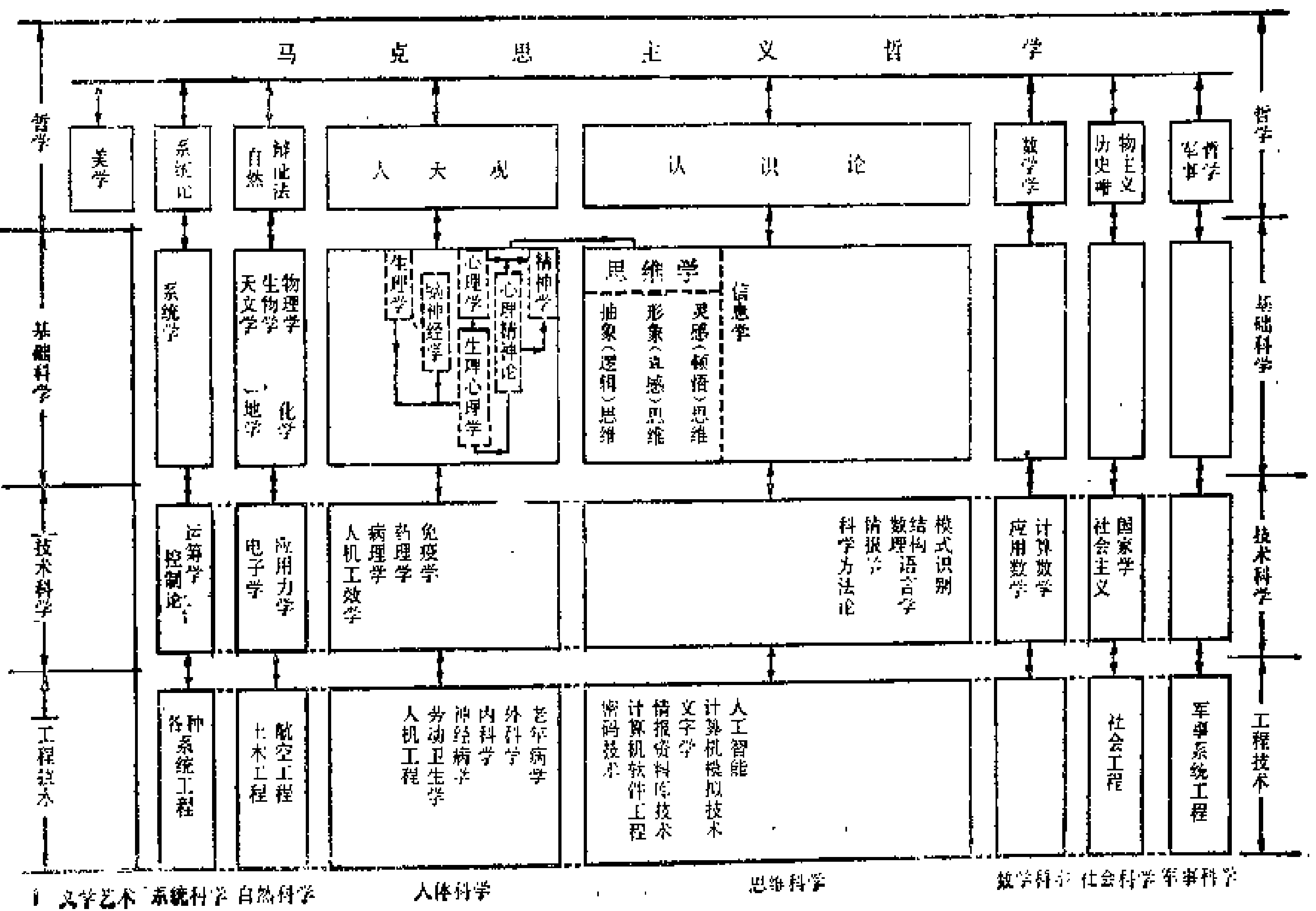
包括思维，所以精神学又与思维科学的基础科学——思维学密切相关，是对思维学横向跨部门的支援。

基于以上的说明，思维科学与相邻现代科学技术大部门的关系就可以用20页上的图来表示。

三

在解决了思维科学的外围问题之后，我们可以讨论思维科学三个层次的内部组成问题。

在基础科学这个层次里，除了我们已经说过的思维学之外，我认为还应该列入思维的普遍工作对象，即信息的研究。信息的研究是从通讯技术入手的，早在本世纪四十年代就由美国申农(C.Shannon)提出通讯道中信息传递的理论，开始有了信息的准确计量。后来又由于控制论的影响，形成了信息论，把信息的概念大加扩展，成为信息源、信息道和信息受者的统一理论。但对信息的本质似乎还不十分清楚，象美国维纳(N.Wiener)这样一位控制论的创始人，也讲过些糊涂话。我以为信息的概念不能脱离由信息源、通道和受者的系统，作为自然科学研究对象，它不过是某种形态的物质运动，当然是物质的；但受者并不对运动的诸如速度、动量和能量感兴趣，而是提取运动所内涵的另一种东西，叫信息。信息因此也和速度、动量和能量一样，是人为了认识事物的需要，从物质运动概括出来的，一点也没有什么可奇怪的。可是受者必须知道如何提取，信息才存在；不然就如对牛弹琴。总之，信息对认识过程有非常重要的意义。因此，研究信息和信息过程的学问——信息学[7]，也就理所当然地是思维科学的基础科学之一


马克思主义哲学
哲学
基础科学
技术科学
工程技术
美学
系统论
自然辩证法
人天观
认识论
数学哲学
历史唯物主义
军事哲学
系统学
物理学
生物学
天文学
化学
地学
生理学
神经生理学
心理学
生理心理学
心理精神论
精神学
思维学
抽象（逻辑）思维
形象（直感）思维
灵感（顿悟）思维
信息学
运筹学
控制论
应用力学
电子学
免疫学
药理学
病理学
人机工效学
模式识别
结构数理语言学
情报学
科学方法论
计算数学
应用数学
国家学
社会主义
各种系统工程
航空工程
土木工程
老年病学
外科学
内科学
神经病学
劳动卫生学
人机工程
人工智能
计算机模拟技术
文字学
情报资料库技术
计算机软件工程
密码技术
社会工程
军事系统工程
文学艺术
系统科学
自然科学
人体科学
思维科学
数学科学
社会科学
军事科学

（见20页上的图）。

关于形象思维，文艺理论家谈得很多，也有不少引人入胜的见解。科学技术人员，一般不提什么形象思维或直感思维，只少数有成就的科学家在说到科学方法时讲过这个题目。文艺家和科学家的议论都近乎思辨性质，对我们有启发，但还有待于深化，是张光鉴同志，对形象思维作了些有意义的探索，他归纳了大量的人的创造过程，提出“相似”的观点。当然“相似”和“不相似”（“相异”）是辩证统一的，“相似”中有“不相似”，“不相似”中又有“相似”。“相似”的观点，或“相似论”，对说明形象思维在科学技术、工程技术中的重要性，很有价值。然而要再进一步深入下去，建立科学的理论，建立形象（直感）思维学就困难了，因为这里讲的“相似”不是几何学里的相似，那里的相似比较单纯，用数理逻辑就够了，但在这里不然。在这里，形象思维里，要从一大堆不那么准确的材料中提炼出准确的“相似”。

说难，倒不是说人们不会这么干，而是没有找到总结成理论的途径。正如英国斯巴克思（J.Sparkes）[8]不久前讲的，人天天在这样做：听说话，可以不受方言、口音、单字单词的同音、穿插的口气词、错误语法等干扰，准确地懂得说话人的意思。人也可以从写得很不工整的笔迹中读出作者的原意，人识别图形的本领是很高的。他认为这是一种不同于简单科学归纳的思维，而是复杂的、多途径、多回路思维；其实就是我们这里讲的形象（直感）思维。斯巴克思的议论给我们启发：建立形象思维学要通过研究语言和识别图形。从基础理论到应用技术的关系来讲，形象思维学属基础科学，而科学的语言学，即结构语言学和数理语言学[9]，以及模式识别属技术科学。所

以这里为建立一门基础科学，而向技术科学求援，也就是先研究更具体的东西，再研究它一般的理论。这也是现代科学技术中常有的事。

这也就引出又一个问题：既然科学的语言学和模式识别这两门思维科学的技术科学，共同为基础科学形象思维学提供素材，那科学的语言学和模式识别有一致的地方吗？有。以前模式识别工作一直是用相关统计法，也就是把图形不同部位的数据（色彩和浓淡）用数理统计计算相关函数，以相关函数的分布来识别图形。这个方法计算量非常大，显然不会是人脑用的办法，人脑识别图形几乎是瞬时的！近年来模式识别已经转入所谓语义法[10]，效果比统计法好。这不是说明，语言的识别和图象的识别有共性吗？当然，从这两门学问的成就来看，它们都还未达到成熟的阶段，从它们那里再上升到形象（直感）思维学就更有一大段距离要走；来日方长，性急也没有用。

思维学的第三个组成部分，灵感（顿悟）思维学就更离得远了，我们还没有把握从那个方向去探索，虽然文艺理论家对此有很多议论。刘奎林同志在给作者的信中建议：灵感的蕴育也有一个过程，只不过不在意识范围之内，而在意识范围之外，在潜意识，当酝酿成熟，却突然沟通，涌现于意识，成为灵感。这个说法是有道理的。我们在日常生活中也常常一时记不起某一人名、某一地名、某一数字，左想右想也记不起来了。这时，如果思想放开，不去想它，倒会突然想起来了，记起来了。这是不是因为：人名、地名或数字并没有从脑中消失，仍然存贮在大脑某部，只不过暂时与意识失去联系，成为潜意识。而潜意识中存在的东西又会突然接通到意识，我们又记起

来了。潜意识本是心理学家们使用的概念，可以用来解释诸如上面讲的这类现象。这个概念也还可以有进一步的发展。威尔逊(I. Wilson)[11]认为有许多事例还说明潜意识不限于信息的存贮和取出而已，还可以在意识之外，另行搞一套复杂的活动、信息处理加工。不声不响，不知不觉。好象一个人的大脑除意识部分之外，还有独立的潜意识部分，甚至不止一个独立的潜意识部分，每一个部分都可以独立进行不同于意识内的种种思维。这叫做“多个自我”学说。由于以上的这些发展，要搞清灵感思维的机理，还是有起步方向的。

在技术科学这一个阶层，思维科学中还有情报学和科学方法论。现在情报、资料、档案是一个巨大的事业，已成为人们认识客观世界的锐利工具，可以说是人感觉器官的外延，就如机器是人手的外延。情报事业也是社会主义精神文明建设的一个重点，而这一事业的理论基础是情报学[12]。此外，科学方法论是现代科学技术研究的一个大课题。我们要多宣传这样一个观点：科学技术工作决不能局限于抽象思维的归纳推理法，即所谓的“科学方法”，而必须兼用形象或直感思维，甚至要得助于灵感或顿悟思维。爱因斯坦就倡导过这个观点[13]。所以为了开阔科学技术工作者、特别是青年科技工作者的眼界，科学方法论是必须大加发展的。在这一层次的思维科学，一定还会有其他学科，这里就不一一说明了。

思维科学中直接改造客观世界的学问也很多，属工程技术阶层，有人工智能、计算机软件工程、密码技术、情报资料库技术、文字学和计算机模拟技术，以及其他。前三门技术不必多说了，现在只对后几门作些解释：情报资料库的建立、更新充实、高速而准确的检索、提取、复制，已经发展成一门极为重

要的工程技术，没有它将无法利用今天极为繁多丰富的情报、书刊、资料，将来会更是如此。我们国家在此领域大大落后，其中汉字编码方案一项课题，就争吵到现在还定不下来！必须努力赶上去，不然要误事。

文字学怎么会成为一门工程技术？这是因为今天世界各方面的发展都很快，文字的内容也在不断适应社会生活的变化而变化，新字新词经常出现，旧字旧词逐步废弃，语法也在变。在我们社会主义国家这样一件影响全体人民的事，决不能放任自流，要有控制和计划，如汉语拼音计划。这就是文字学的新任务，也成了一门能动地改造客观世界的工程了，它的理论基础是作为技术科学的科学的语言学。

人脑是一架具有大约 10^{15} 个开关的巨型数字计算机。只不过远比今天的电子计算机要复杂，而且我们对大脑计算机的机系结构也不清楚。要弄清这个谜，光靠脑神经解剖学也困难，近二十年来这方面虽有很大的进展，但离目标还远；所以要开辟第二条途径，要用电子计算机来模拟人脑的部分功能，也就是试着改变电子计算机的操作运转程序，直至电子计算机也能出现如同大脑的功能，尽管还是局部的功能。这样就可以认为大脑的部分功能结构有如同电子计算机的程序结构，尽管还不一定能在两者之间画等号，但对理解思维是个重要的启发。许多人工智能的专家在用这个方法，美国的明斯基(M.Minsky)[14]就尝试着用这个方法来寻找音乐家写作复音音乐的思维过程。所以计算机模拟技术是研究思维科学的一个有效工具。

思维科学的上述内部构成表示在20页图上。当然它还是不完整的，有待于今后的订正和补充。

四

我以前曾表示过希望每一个现代科学技术大部门都能组建一个科学院，但也估计中国思维科学院大概要等到二十一世纪才能成立。二十一世纪是从2000年到2100年，离现在还有十七年到一百十七年，这个希望不能算过高吧。能否力争二、三十年后成立中国思维科学院？但这些也都是猜测，重要的是在思维科学领域中动手做些踏实的工作，而第一步是要看我们对思维科学的内容有没有个比较正确的设想，好作为开步走的方向。因此我认为本文所讨论的问题还是值得同志们关心的，到底对不对，请大家来研究。

现代科学技术的研究要靠集体，在现阶段，不可能有什么实体机构，建什么研究所，设什么专业，最多只能成立个同道者的学术交流组织，搞个思维科学研究会或思维科学学会。但即使成立研究会或学会也要有个组织的核心，这个核心要有必要的各方面专家，要志同道合、团结一致，形成学术组织的公认领导力量。所以当务之急是物色人选并组建这样的核心。

要什么样的核心专业人员？我以为在思维科学的工程技术方面比较好办，由于建设社会主义的实际需要，自然而然地会出人才，而且在建立思维科学的工作中，他们是后续的力量，尽管将会是强大的后续力量。当前要抓的是，在思维科学部门的基础科学和技术科学方面中的各主要学科的核心专业人员。根据前面的讨论，这些专业是哲学、数理逻辑、心理学、模式识别、科学语言学、文艺理论、科学方法论、人工智能和电

子计算机科学技术等九个方面。我们需要的是在这九个方面有素养，而又对思维科学热心的专家。这九个方面情况也不尽相同：在我国，哲学、文艺理论和电子计算机科学技术方面的专家多一些，而其余六个方面人才就少了。所以物色人选建立核心的思维科学力量将是很不容易的事。

这个核心力量还必须是中、青年的科技人员；这主要是因为他们要工作到二十一世纪才能交班。因此，现在他们应该是三十多岁到四十多岁的人。为了能在思维科学的创建中，这批人能相互了解，交流讨论学术，达到基本一致的学术思想而起到核心作用，每一个成员的知识面又必须广阔。这是又一个条件。此外还有第三个条件：要有阅读外文的能力。这对建立思维科学新学科也是非常重要的。

由于上述的三个条件，找这样一批人才大概不会很容易，也可能出现缺门。怎么办？还得请知识面比较广的老科学技术人员来传、帮、带。这是老一代的义务，所以要组织安排好。

做好这几件事，就可以酝酿组建中国思维科学研究会或中国思维科学学会了，但这可能已经到了我国国民经济和社会发展的第七个五年计划期间。

[1] 钱学森，《哲学研究》，4(1980)47。
[2] 钱学森，《自然杂志》，4(1981)3。
[3] 钱学森，《哲学研究》，3(1982)19。
[4] 钱学森，《科学通报》，4(1957)97。
[5] 钱学森，《大自然探索》，3(1983)3。
[6] Sperry R., *Neuroscience*, 5(1980)195。
[7] Cherry E.C., *PIEE*, 3(1951)383；《长江日报》，1982年2月23日开始的《信息与现代化笔谈》专栏。
[8] Sparkes J., *New Scientist*, 95(1983)97。
[9] Harris Z.,《自然杂志》，5(1982)359。
[10] Tai J.W.(戴汝为), Fu K.S., *International Journal of Computer*

and Information Sciences, 11, 1(1982)1。
[11] Wilson I., *Mind out of time?* ,Gollane(1981)1。
[12] 黄耀煌，《情报学刊》，1(1983)23；王万宗，同刊28。
[13] 《爱因斯坦文集》第1卷，商务印书馆1976年版，第309页。
[14] Minsky M., *New Scientist*, 89(1981)605。

思维科学体系初探

——兼评钱学森同志关于思维科学体系的设想

曾　利　风

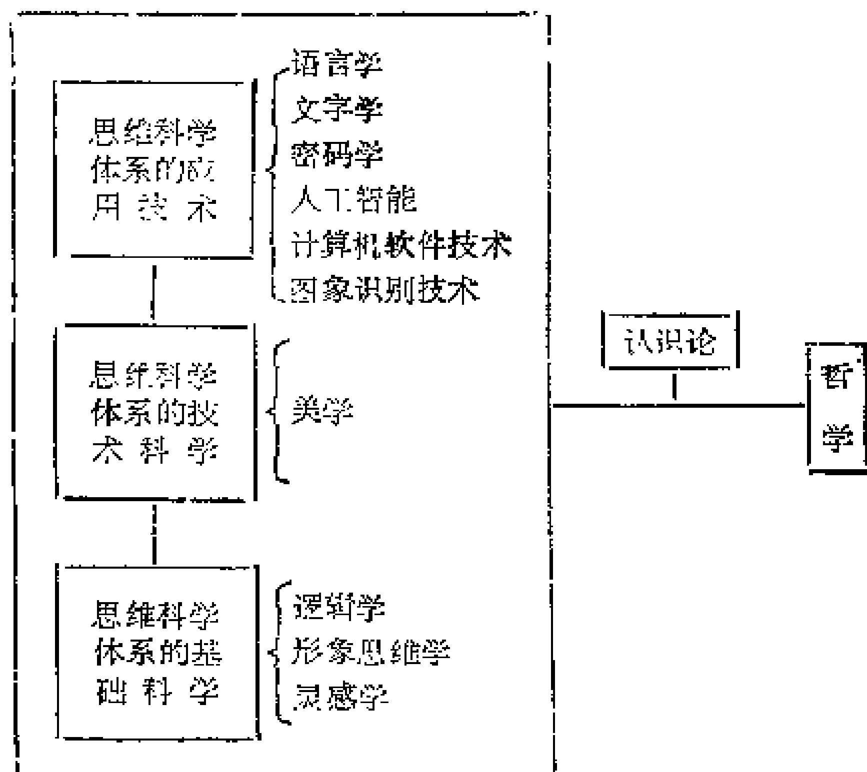
钱学森同志是我国最早明确主张把思维科学当作一门多学科的综合科学、系统科学来研究的科学家。他的这一主张见诸公开发表的文章始于1980年第4期《哲学研究》，继于1981年第1期《自然杂志》。钱学森同志关于思维科学体系的设想，大致可概括为：

1. 思维科学体系作为一门多学科的综合科学，其对象“应该是专门研究人的有意识的思维，即人自己能加以控制的思维”——逻辑思维、形象思维和灵感。

2. 构成思维科学体系的学科包括逻辑学、形象思维学、灵感学、语言学、文字学、密码学、人工智能、计算机软件技术、图象识别技术以及美学，哲学不属于思维科学，认识论只是哲学和思维科学之间的桥梁。他原先主张纳入思维科学体系的认识科学、神经生理学（神经解剖学）、心理学、科学方法论、算法论以及“和思维科学有密切关系的还有数学、控制论和信息论”，后来则从这个体系排除了。

3. 他类比科学技术体系——“基础科学——技术科学

——应用科学”，设想了一个思维科学体系，其内容、层次和结构图示如下：



钱学森同志作为思维科学体系的开拓者，他提出的设想和见解是可贵的。但也有一些问题需要进一步商榷和探讨。

钱学森同志在1980年《自然辩证法、思维科学和人的潜力》一文中说“把现在作为哲学的一个部门的辩证逻辑分化出来纳入思维科学，把现在有人作为自然辩证法一部分的科学方法论也纳入思维科学，而哲学的又一个部门辩证唯物论的认识论，就作为联系马克思哲学和思维科学的桥梁了。”他在1981年《系统科学、思维科学与人体科学》一文中，重申了上述看法，并进一步提出了思维科学和马克思主义哲学的关系问题：“唯物辩证法属于哲学，而辩证逻辑属于思维科学。”可见，在他看来，唯物辩证法作为哲学世界观不属思维的范畴，

因而不能纳入思维科学体系。

恩格斯指出唯物辩证法是关于自然、社会和人类思维发展的普遍规律的科学。思维的辩证法或辩证逻辑，固然是属于思维科学，并且它可以象马克思主义哲学的重要组成部分自然辩证法那样，从整个马克思主义哲学中独立出来，发展成为马克思主义哲学的一个重要分支。然而，关于自然和社会的客观辩证法，作为本体论、世界观为什么不可以也看作是广义的思维科学呢？恩格斯在评论以往全部哲学时，曾多次阐述了他的一个著名的深刻思想。他说："在以往的全部哲学中还仍旧独立存在的，就只有关于思维及其规律的学说——形式逻辑和辩证法。其他一切都归到关于自然和历史的实证科学中去了。"[1]按照狭义的理解，逻辑学才是自亚里斯多德以来公认的"纯粹研究思维的科学"，那末，作为本体论、世界观的辩证法，恩格斯何以也把它同逻辑学并列当作思维科学呢？恩格斯提出的外部世界和人类思维"这两个系列的规律在本质上是同一的"思想[2]，科学地回答了这个问题。所谓二者本质上是同一的，表现在：一方面唯物辩证法所揭示的普遍规律，也是人脑思维活动本身所固有的规律，思维活动必须遵循这些规律；另方面反映外部世界辩证发展规律的唯物辩证法，作为本体论、世界观，可以转化为认识论，为人类的思维活动提供一系列方法论的根本指导原则。这两个方面合起来，体现了主观辩证法和客观辩证法的统一，世界观和认识论、方法论的统一，它们在本质上是同一的。正是在这个意义上，恩格斯把辩证法也看作是"关于思维及其规律的学说"。他不仅把"辩证哲学"，甚至历史上的一切哲学，都直接了当地宣布是"关于思维的科学"，"关于人的思维的历史发展的科学"[3]。

所以，研究思维的科学决不只是逻辑学。存在广义的思维科学，钱学森同志自己也是默认的，如若不然，何以把逻辑学以外其他许多学科都纳入思维科学体系呢？！唯独不把唯物辩证法纳入思维科学体系，原因是没有看到主观辩证法和客观辩证法，世界观和方法论、认识论在本质上是同一的，把唯物辩证法当作了与认识、思维毫不相干的本体论、世界观，因而也就不能全面地认识哲学和其他思维科学的关系，不能正确地确定哲学在思维科学体系中的重要地位。思维科学的发展，大大丰富了认识论的内容，从而也为马克思主义哲学提供发展的材料。但是，任何思维科学都不能回避精神和物质、思维和存在这个哲学基本问题，都必须要有一个正确的哲学基本前提和出发点，而只有马克思主义哲学才能为一切思维科学提供科学的世界观和方法论的指导，它应当统帅一切思维科学。因此，在思维科学体系中不能没有哲学的地位。

钱学森同志提出的关于思维科学体系的内容和结构，也有值得商榷之处。他在《系统科学、思维科学与人体科学》一文中说："以前我没有明确思维科学的研究范围，我想思维科学似乎应该是专门研究人的有意识的思维，即人自己能加以控制的思维，下意识不包括在思维科学的研究范围，而应纳入人体科学的研究范围，是心理学的事。"这首先就把心理学从思维科学体系中排除出去了。那末，什么是有意识的思维呢？他认为有意识的思维分三类，即逻辑思维（抽象思维）、形象思维和灵感，思维科学似乎只应研究这三类思维的形式及规律。然而三者决不能概括人类思维的全部内容，三者没有解决人类思维的许多重大问题。他还说："逻辑学、形象思维学、灵感学都属于思维科学这一科学技术大部门中的基础科学。"其中

只有逻辑思维有了较系统的研究，创立了较成熟的逻辑学。至于形象思维和灵感则研究很不够，“形象思维学”和“灵感学”“还有待于创立”。所以思维科学体系的基础科学在目前实际上就只有逻辑学。哲学世界观和认识论是不是思维科学体系的基础科学？他认为哲学世界观不属于思维科学，认识论只是“思维科学和马克思主义哲学之间的桥梁”。这样，否认哲学世界观和认识论是思维科学体系的主要基础科学，把思维科学体系的主要基础科学实际上归结为逻辑学，这只能理解为狭义的思维科学。按照这种理解，为这个体系规定的基础科学，自然就是单薄的、脆弱的。

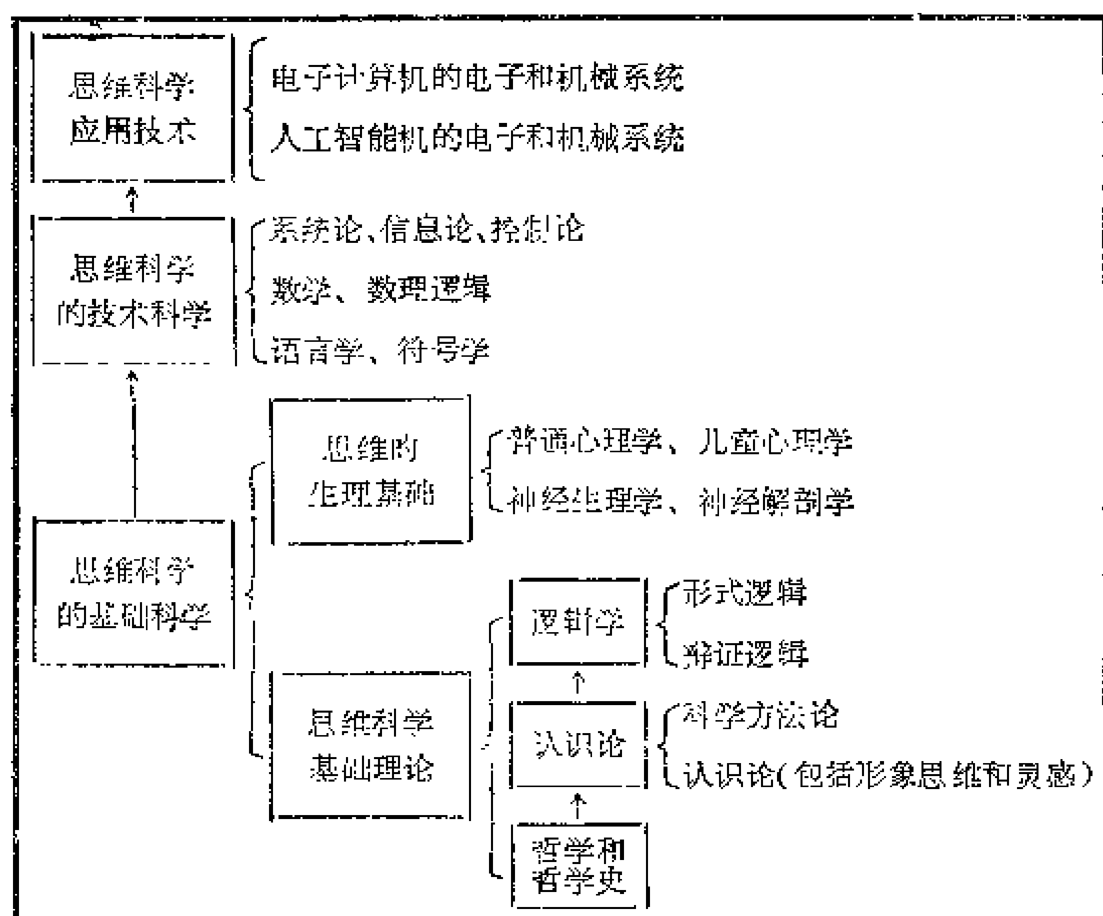
钱学森同志设想的思维科学体系的三层结构是可取的。思维科学体系作为一种综合科学体系，它所纳入的许多学科，按照它们研究对象的特殊性质，在体系中不同的功能和作用，以及各学科之间的相互关系，确实可以分为相互联系的三层有机结构。但是，每一层次理应由那些学科构成，则值得商讨。

首先，什么是思维科学体系的基础科学？思维的基础科学应当是深刻揭示人脑思维活动的本质和普遍规律的基础理论，因此作为思维科学的基础理论决不只是逻辑学、形象思维学和灵感学。在我看来，思维科学体系的基础科学应当包括两大类：一类是总结人类思维经验，揭示思维对象的普遍规律和思维自身普遍规律的各种思维科学，首先是哲学世界观和哲学史，其次还有认识论和逻辑学（形式逻辑和辩证逻辑）。这类思维科学是思维经验的概括和总结，是理论的思维科学。另一类思维科学包括研究思维主体人脑的生理结构和功能，揭示思维过程生理机制的神经生理学和神经解剖学，以及普

通心理学和儿童心理学。

第二，什么是思维科学体系的技术科学？思维的技术科学应当是介于思维的基础科学和思维的技术应用之间，由前者过渡到后者的中介科学，它以思维的基础科学作理论基础，探索表达思维活动的工具和规律，为便于应用技术手段来模拟思维活动提供技术理论的具体指导。由于思维活动的复杂性，决定指导思维技术应用的技术理论也是多种多样的。在我看来，语言学、符号学、数学、数理逻辑、信息论、控制论、系统论……等等，均可看作是思维的技术科学。现今的美学不是研究思维或表达思维的科学，因而不能充当思维的技术科

思维科学体系图



学。

第三，什么是思维科学的应用技术？思维科学的应用技术，应当是以思维的基础科学和技术科学作指导，创造和运用某种技术手段、工具来模拟、仿生人脑的某些思维功能，用以代替人的某些脑力劳动，提高智力活动的效率，就象运用机器的技术手段模拟人体劳动器官，以代替人的体力劳动和提高劳动效率。当今能够运用技术手段模拟人脑思维部分功能的只有电子计算机和人工智能机，因此，只有电子计算机和人工智能机的电子和机械的技术系统，才算是思维科学的应用技术。

综上所述，就是我对思维科学体系的初步设想（如33页图示），是否较为合理一些，希望求教于钱学森同志和广大哲学同人。

[1] 《马克思恩格斯选集》第3卷，人民出版社1972年版，第65页。
[2] 《马克思恩格斯选集》第4卷，人民出版社1972年版，第239页。
[3] 《马克思恩格斯选集》第3卷，人民出版社1972年版，第465页。

皮亚杰发生认识论若干问题探讨

李　燕　强

皮亚杰是当代著名的心理学家。他用几十年的时间致力于研究儿童的心理，从儿童身上探讨认识的原始发生。他在多年的研究成果的基础上，创立了独具特色的发生认识论。这个学说是从个体心理发展的角度来说明认识的发生和发展；强调在认识过程中主体具有一定的认识结构并在认识过程中发挥不可替代的重要作用，即过滤、整理外界的刺激，使之成为有条理的整体性的认识；提出由于主体认识结构的存在，主体在认识过程一开始就是积极的、主动的，具有能动性；主体认识结构同样有一个发生与发展的过程，永远不会停留在一个水平上。这就为主体在认识过程中的能动作用描绘了一幅具体的画面。正是由于皮亚杰从新的角度（从儿童心理入手）研究认识论并由此得出一些具有启发性的结论，因而他的学说受到了国内外心理学界和哲学界的重视。

研究认识的原始发生，无疑应当把儿童的心理发展作为一个重要的研究课题。但仅仅局限于此是远远不够的，因为认识的问题是一个复杂的问题，每一认识主体都处于复杂的社会联系之中，认识的产生和发展不可能不受到社会联系的制约。所以，只有把对儿童心理发展的研究放在社会联系之

中并进而考察认识的发生，才能得出较为符合实际的结论。在这方面，皮亚杰的发生认识论具有明显的缺陷。

不能脱离社会环境考察认识的起点

皮亚杰认为，探讨认识的发生，必须首先确定一个出发点。他批评传统的认识论只研究人的认识的高级形式，不注意也不研究人的认识的低级形式和原始发生，因而不能科学地解释认识是怎样发生的。他从研究儿童（从刚出生的婴儿到十三、四岁的儿童）的心理发展入手，积累了大量的材料，由此把认识的起点确定为动作。他认为，"客体认识既然不只是外界信息记录的必需，更重要的是客体和主体相互作用的结果。"[1]而主体与客体只有通过动作才能联结起来，才能相互作用。动作是二者的中介也是联结二者的桥梁。"对象通过行动而产生变化，而这种变化又成为新知识的来源。……我们只有作用于对象并改变它时，我们才认知对象。"[2]

从原则上看，从主客体的联结点——动作出发探寻认识的起点不无道理，但是皮亚杰忽略了一个重要问题，即婴儿从一出生就生活在社会环境之中，婴儿的每一个动作都要直接或间接地决定于社会的影响。首先，婴儿要直接受到父母的影响，父母根据自己的认识去影响儿童的动作，并进而使儿童产生一定的认识；而父母本身的认识水平又是社会所赋予的。皮亚杰曾经举过一个永久客体的例子，他观察到，由于儿童多次看到、触摸同一物体，就会形成此物体是不依他自己是否看到和摸到而存在的观念。而这种情况的发生则恰恰是由于婴儿的父母或亲人首先具有永久客体的观念，他们有意无意地

用同一物体一会儿显示给婴儿，一会儿将其隐藏起来，然后再显示出来，如此往复，通过婴儿的动作（用眼看和用手摸）变成婴儿自己的观念。这种情况不是个别的，事实上，儿童的动作大量的是对成人的模仿，并在成人的示范和教导之下形成的。看不到这一点，就会把儿童从社会中分离出来，仿佛儿童认识的产生完全是凭借儿童自己的动作的自然结果，这种看法至少是片面的。因为任何人都是生活在社会之中，其认识都要受社会生活的影响和决定。从成人对儿童产生认识所施加的影响看，实际上反映了认识据以产生的社会因素，不考虑这一必要因素，认识的原始发生就得不到科学的说明。从认识史上看，认识也决非是在个体身上产生的，而是在原始人群的共同劳动与生活中产生的，即在实践的基础上产生的，是先有群体意识而后有个体认识的。更何况现代的儿童所处的社会联系之网要比原始社会复杂得多、紧密得多。

由于皮亚杰脱离儿童的社会环境寻求认识的起点，他就不得不把动作进一步归结为儿童生之具有的本能动作，如吸吮、抓握等等。这样一来，动作也就失去了认识起点的意义，而成为遗传的功能。我们认为，探讨认识发生的起点和开端所应把握的概念，在逻辑上至少应遵循这样一条原则，即这个概念所反映的内容是为人类所特有，至少也是典型地代表人类的特征，这样才能把人与动物区分开来，把人的认识与动物的智力区分开来。否则就会把所要讨论的问题弄得含混不清，无助于问题的解决。作为本能的吸吮、注视和抓握的动作不是人类独有的，而是为哺乳动物所共有的。那么为什么从这个最初的动作出发，人可以产生认识，而动物就不能呢？显然，对人的这种本能活动的作用不能夸大，它作为一种生物前

提，并不必然导致人类后天所形成的活动和认识。把人类的本能动作当做认识所由发生的起点，不仅与人类的认识发生史相违背，而且也不能说明已为科学所证实了的事例。那就是，一些具有这些本能的婴儿，当他们被野兽掠去而成为狼孩或熊孩的时候，何以即丧失了人的智力和认识能力。可见，不注意人的社会性，而只把人当作生物的人；离开了社会环境，而单单从人的个体出发，是不能说明认识的发生的。只有把人当做社会的人，在社会联系之中才能找到考察认识的由来与发展的有效途径。

不能忽视社会因素在儿童认识发展过程中的重要作用

不仅在讨论认识的起点时要把儿童当作社会的人，从社会的联系当中分析儿童所处的地位及其所受社会的影响，而且应当把这种方法一直贯彻到底，进一步说明在儿童认识的发展过程中社会因素所起的作用。在这一方面，皮亚杰做得是很不够的。他在一些著述中，虽然也讲了儿童心理发展的社会化问题，甚至把社会经验作为儿童心理发展的四个基本因素之一。但是由于他把认识的发生、发展当做是儿童自身发展的结果或者主要是儿童自身发展的结果，因而他对社会因素在儿童认识发展过程中的重要作用就估计不足，主要的有以下两个方面。

其一，认为逻辑运算可以脱离语言而产生。皮亚杰从动作出发，认为儿童用动作作用于客观对象就会产生动作的协调，即一定的动作图式，这种动作图式的进一步内化就使得儿

童心理上产生一定的逻辑运算形式，儿童的思维只有在产生一定的逻辑运算形式之后才真正开始和发展起来。而这种逻辑运算的产生与发展同语言没有直接关系，"语言能无限地加强这种运算的力量而且能赋予它一种用别的办法得不到的机动性和普遍性，但是语言绝不是这种协调作用的根源。"[3]这就涉及到离开语言能不能思维的问题。语言是思维的直接现实。语言作为交流思想的手段是与思维直接联系的，没有语言材料的赤裸裸的思想是不存在的。逻辑运算的产生当然是有外部原因的，但是逻辑运算的产生不能不伴随着语言的应用，不能不表现为某种语言的应用，离开了语言我们是无法晓得儿童是否已具有逻辑运算能力和这种能力的大小。在皮亚杰举的许多事例中，他本人就是凭借被试儿童的语言来考察不同年龄的儿童的不同逻辑运算能力的。为了论证自己的观点，皮亚杰曾以聋哑人为例。他分析了一些先天就哑了的儿童，认为这些儿童的逻辑运算能力的产生虽比正常儿童要晚一些，但并不因为不具有语言就丧失了逻辑运算的功能。由此他得出结论：逻辑运算的产生与语言无关，语言的丧失只能延缓儿童逻辑运算能力获得的进程。由皮亚杰所举的事例能不能必然得出他所做的结论，这是需要认真分析的。按照巴甫洛夫学说，人不但具有与动物相同的第一信号系统——实物刺激，而且具有动物所没有的第二信号系统——语言，它的实质是用语言符号代表客观存在的万事万物。只有这样，人才可能进行思维。但是不应把语言等同于有声语言，因为语言除了用声音表达外，还可以用文字、手势等形式表达出来。天生的聋哑儿童虽然丧失说话和听话的能力，可是并未丧失作为一个人所具有的第二信号系统的功能，他们仍然具有正

常思维的条件而能够进行正常思维。当然，他们比具有正常有声语言功能的人要困难一些，但仍可以用哑语与正常人交流思想和进行思维活动。皮亚杰没有找出语言的实质，并又错误地把语言等同于有声语言，因而他所作出的结论也是站不住脚的。

语言除了是人类思维的必备条件之外，还集中体现了人与人之间的相互影响，是人类思想交流的主要工具。诚然，现代儿童刚一来到这个世界上还不具有语言的功能（已具备掌握语言功能的器官），但却立即生活在语言的世界中，他们可以很快从成人那里直接学到，并逐步在头脑中将一定的词与某一个具体事物联系起来，沟通起来。而成人对儿童也总是谆谆善诱，用语言武装他们的头脑，促其尽快地成熟起来。因此，象皮亚杰那样断言现代儿童的逻辑运算先于语言而产生，这在理论上是难以讲通的；并且，脱离语言这个思维的基本要素，也说不清儿童的逻辑运算机制到底是个什么东西，而只能在一些心理学的名词上打转转，不能最终地解决问题。

其二，忽视成人对儿童的影响和教育因素对儿童所起的重要作用。皮亚杰的学说中有一个很明显的倾向，即重视并强调儿童的认识、思维的产生和发展取决于儿童自身的动作与动作的发展，而对成人给予儿童的影响和教育的作用则估计不足，这就损害了他的学说的科学性和完整性。

皮亚杰并不是完全忽视社会影响和社会交流，但他重视的是儿童之间的交流和影响。他说："社会交流引起一个逐渐结构化或社会化的过程。它从儿童自己的观点同其他儿童的观点较少协调或合作的状态过渡到使儿童间的观点彼此协调以及儿童间的动作和交往互相协作的状态。"[4]他以比较详尽

的实验材料说明儿童之间互相协调的发展过程。但是他忽略了一个更重要的方面，即儿童与成年之间的交流和影响。从时间上看，每一新生婴儿首先受到成人（一般是父母）的影响，然后才进入儿童交往的环境之中；从重要性来看，成人对儿童的影响实际上反映了社会对儿童的影响，是社会影响的曲折表现，并且它构成儿童之间交往的基础。因此，不仅应当重视儿童社会内部的互相交流，而且应当更加重视儿童社会与成人社会、儿童与成人的互相交流，缺少这方面的详细考察，儿童思维的发展就难以得到正确的说明。

社会对儿童的影响还有一个重要的方面，即教育对儿童认识的发展具有决定意义。皮亚杰对此也没有予以充分的注意，在他看来，"即使在主体似乎非常被动的社会传递例如学校教学的情况下，如果缺少儿童主动的同化作用，这种社会化作用仍将无效，而儿童主动的同化作用则是以儿童已否具有适当的运算结构作为前提的。"[6]我们不能同意皮亚杰的这种说法。就儿童来说，他们还无法通过自身来认识自然、认识社会，他们主要地是从家庭教育、学校教育来吸收人类的认识成果，并拿前人的认识成果反过来指导自己的活动。当然教育要采取儿童容易吸收的方式才能收到好的效果，但是教育并不只是被动的，它反过来对儿童的逻辑运算能力也具有重大作用，受过教育与没有受过教育、受教育较多与受教育较少的儿童，他们的逻辑运算能力就大不相同。当然，教育对不同年龄的儿童所起的作用大小也不相同，年龄越小的儿童，其认识的发展对教育的依赖性也就越大。儿童的年龄和对教育的依赖是一种反比关系。但是，如果儿童的认识发展不伴随教育的话，那就只能随着有机体生理机制的成熟而自然发展，每一

时代的儿童也就只能重复上一代儿童的认识发展，而不会在新的基础上有所前进。那样，现代文明就成了不可思议的事。

认识结构从何而来

皮亚杰脱离人的社会性研究认识的发生和发展，这个缺陷不仅反映在他对认识的起点和发展方面，而且反映在他对认识结构的看法上。

认识有没有结构？这是哲学史上长期争论的问题。康德首先明确提出了认识主体具有认识结构，并认为这种结构是先天具有的，故而他称之为"先天综合判断"。康德认为，先天综合判断有十二对范畴，这十二对范畴将零碎的、彼此不相联系的感性经验材料加以综合、整理，以构成真正的认识。康德的这一套理论的可贵之处就在于，他提出了一个认识论中的矛盾问题，即个别的、零碎的、彼此孤立的感性认识何以上升为一般的、整体的、互相联系的理性认识。后者单靠人的感官是达不到的，必须经过人的头脑的加工。康德试图用认识结构（先天形式）解决这一矛盾，但他解决得并不成功。

皮亚杰继承了康德这个思想。他同样认为，只有认识对象、经验材料还不能产生认识，还必须有主观因素在认识过程中起作用。他有时称这个主观因素为逻辑运算结构，有时称之为认知结构。他说："概念除了知觉材料以外，还同或多或少复杂的特殊结构结合在一起。"[6]"但客体及其恒常性只是借助于运演结构才为我们所认识，人把这些运演结构应用到客体身上，并把运演结构作为使我们能达到客体的那种同化过程的构架。"[7]皮亚杰肯定主体认识结构的存在并且强调认

识结构在认识过程中的能动性，这是与康德的相同点。不同的是，康德认为主体认识结构（主观形式）是主体先天具有的，而皮亚杰认为“没有结构的发生”和“没有发生的结构”都是错误的，应当从人的后天发展中去解释认识结构的发生和发展。

那么认识结构从何而来呢？皮亚杰认为应当从主体内部去寻找原因。他说：“我们必需既不认为只有环境才对认识结构发生作用，也不认为认识结构是先天地预先形成了的，而应看作是在循环往复的通路中发生作用的、并且具有趋向于平衡的内在倾向的自我调节的作用。”[8]他认为，主体内部的自我调节在外部表现为动作的一般协调，婴儿的动作的重复、动作的前后秩序、动作间的相互关系等就是动作协调的最初形式。这些最初的形式是以后认识结构的基础，所以“逻辑的根源必须从动作（包括言语行为）的一般协调中去探求。”[9]皮亚杰甚至认为，最初的认识结构的根源可以追溯到机体的一个简单功能上去，主体的“结构化就是从这种简单的功能作用开始的”[10]。这样做的结果，皮亚杰实际上是从自己的出发点倒退了。因为说到底，自我调节的机制是人的一种本能，是人先天所具有的。用这种先天的本能来说明认识结构的产生又怎么能够与康德划清界限呢？研究认识结构是要涉及主体的生理机制，但绝不能归结为是有机体的某种功能自然发展的结果，它们之间有本质的差别。这就如同高级运动形态包含着低级运动形态，但高级运动形态的发展不能用低级运动形态的规律说明一样。恩格斯说：“终有一天我们可以用实验的方法把思维‘归结’为脑子中的分子的和化学的运动；但是难道这样一来就把思维的本质包括无遗了吗？”[11]

皮亚杰讲的认识结构与马克思主义讲的思维形式是同等

概念。马克思和恩格斯认为，思维形式和思维的内容同样都是主体对客体的反映，思维形式的产生离不开社会实践并最终随社会实践的发展而发展。恩格斯在说明由古希腊自发的辩证法向形而上学过渡和从形而上学向唯物辩证法的过渡时，就是从人们的社会实践和自然科学的发展出发的。从十五世纪开始，自然科学家对自然界的各种事物和发展过程进行分门别类的研究，并取得了显著的积极成果；之后，培根和洛克才有可能把自然科学中这种方法移植到哲学当中来，形成静止地、孤立地观察事物的形而上学方法，并以这种思维形式取代古希腊自发的辩证的思维形式。到了十九世纪，自然科学的发展，特别是科学上的三大发现，使人们不仅能了解各个事物、各个过程间的联系，而且也能了解各个领域间的联系时，辩证的思维形式才能够取代形而上学的思维形式。可见，社会实践和自然科学的发展不仅改变着自然和社会的面貌，而且也不断完善着人的思维形式和提高人的认识能力。人们通过自已的实践活动认识了客观世界固有的联系和规律，并把它反映到头脑中来构成一定的思维形式。随着社会实践在深度和广度上的不断发展，人们对客观世界的联系和规律性的认识也不断深化和发展，思维形式也要随之向前发展。正是依据上述史实，恩格斯认为，主观辩证法是客观辩证法的反映。因此，只有把实践作为认识结构的源泉和发展动力，才能揭示认识结构的发展规律。

认识不是对客观世界的反映吗？

皮亚杰明确反对反映论的观点。在他看来，只要一提反

映论，主体在认识过程中就处于被动的地位，这是他所不能同意的。为了强调主体的能动性，皮亚杰把概念分为物理概念和逻辑数理概念两类。他认为前者的内容来源于客体，但必须由后者加以整理、组织才能形成。而后者与认识客体没有关系，"逻辑数理运算来源于行动本身，因为它是从行为的协调中抽象出来的结果而不是从对象本身抽绎出来的。"[12]不仅如此，因为逻辑数理结构(认识结构)是用以组织物理经验的，所以它还应该是在物理知识之前产生的。皮亚杰说："本书前面各章曾表明逻辑-数理结构（从感知-运动水平发展到形式思维)产生于物理知识之前。"[13]据此皮亚杰认为，人的认识不是对客体的模写、反映。"认识就是把实在同化为转变的系统。认识就是转变实在，从而理解某一状态是怎样产生的。根据这个观点，我反对把知识当作实在的摹本，一个被动的摹本。"[14]皮亚杰强调主体在认识当中的能动性，反对认识论中的机械论，这当然是可取的，但是他不加区别地反对反映论，从根本上抛弃反映论的基本原则，这是我们不能同意的。

认识结构(逻辑数理结构)是怎样产生的在前面已经谈过了。我们不能认为认识结构的产生与认识客体没有关系，脱离了认识客体的动作和动作的协调是个什么东西，那是令人费解的。同时更不能认为，认识结构先于认识内容而产生。认识的内容与认识的形式是不可分割的，一定的内容总是与一定的形式相联系。当认识主体获得认识客体性质方面的知识的同时，也就把客体的结构转化为一定的认识结构，很难区分哪个在先哪个在后。在自然界当中没有结构的物质和没有物质的结构都是不存在的，那么难道在人的思维中就能够有脱离内容的纯形式(纯结构)和脱离形式的纯内容存在吗？对

于这个问题是不难做出回答的。

马克思主义认识论是能动的反映论，它强调人在能动地改造世界的过程中去认识世界；主体在客体面前不是消极被动的，主体对客体的认识也不是原封不动的照搬，不是照镜子式的简单过程；认识的过程是一个由客体到主体、由主体到客体、再由客体到主体的反复过程，并且随着每一过程的推移，认识都达到高一级的阶段；在每一认识发展的过程中，离开了人的主观能动性，认识发展的链条就会中断。马克思主义认识论充分肯定人在认识过程中的能动作用，认为认识活动绝不是客体对主体的单向作用，主体认识结构不是主观自生的，也不是客体结构在人的头脑中的简单移植，而是主客体相互作用的结果。

由于皮亚杰认为认识不是主体对客体的反映，他就遇到了一个难以解决的矛盾——主体与客体如何统一的问题。一方面皮亚杰在自己的著作中明确承认，在我们之外存在着客观事物及其结构，另一方面他又认为，主体的认识结构的产生和发展只与主体自身的动作协调有关，而与客体结构无关，主体与客体不是反映与被反映的关系，二者各自沿着自己的方向平行向前发展。那么，在认识过程中主体与客体是如何统一呢？人类又是怎样凭借自己的认识去改造世界并取得成功呢？对于这个问题皮亚杰是无法回避的。皮亚杰的回答是：主体与客体的结构是同构的。他认为，主体首先是并且始终是一个物质客体，尽管主体认识结构是逐渐发展和建立起来的，但是"有机体还是应该象其他的事物一样，成为一个物理化学客体，即使增加了新的规律它也将仍然服从于物理化学规律。"[16]这也就是说，主体与客体原初就是一个东西，因

而结构也必然相同，虽然后来主体有了分化和发展，但主客体的同构性却并不因此改变。皮亚杰在这里似乎找到了认识结构与客体结构统一的根据。不幸的是，在他找到这个根据的同时，也就重蹈了预成论的复辙，虽然他对预成论曾做过深刻的批判。

之所以发生这种情况，仍然是由于他不了解人的社会性，不能从人的社会性来考察人的心理过程和认识过程。他总是力图用人的生理机制来解释人的认识结构产生的根源。他说："由发生学研究提出的观点是，如果基本的结构如我们已看到的那样是从活动的一般协调产生，而活动的一般协调又是从神经协调产生，那末，为了发现它们的起源，我们就需要追溯到机体协调和生物物理协调那里去：主体的运演和客体的结构之间的联系，于是在能够被演绎方法对外部经验的适用性所肯定之前就要到机体之内去寻找。"这样一来，皮亚杰就把动作协调进一步归结为人的机体内部的神经协调，而完全抛开了动作所据以产生的社会原因，因而他在解释主体与客体是如何统一的时候，也就只能解释说二者原初是同一的，并且这种原始的同一决定了后来不断分化发展的主体与客体的同一性。这是很难令人信服的。这也是他抛弃反映论的基本原则，看不到人的认识是随社会实践的发展而发展的必然结果。

[1] 《皮亚杰学说及其发展》，湖南教育出版社1983年版，第17页。
[2] 《儿童的心理发展》，山东教育出版社1982年版，第151—152页。
[3] 同[2]，第119页。
[4] 《儿童心理学》，商务印书馆1980年版，第97页。
[5] 同[4]，第117页。
[6] 同[4]，第39页。

[7] 《发生认识论原理》，商务印书馆1981年版，第103页。
[8] 同[7]，第67页。
[9] 同[4]，第69页。
[10] 同[7]，第104页。
[11] 《马克思恩格斯全集》第20卷，人民出版社1971年版，第591页。
[12] 同[2]，第107页。
[13] 同[4]，第116页。
[14] 转引自《教育研究》1979年第2期，第91页。
[15] 同[7]，第69页。

试论用比较法研究意识起源的过程

朱　长　超

人类由动物进化而来，人类意识由动物意识进化而来，揭示这个进化过程，对于认识意识的辩证发展有着很大的意义。但揭示这个过程却是一件困难的事。首先，意识的历史非常古老，意识的前史有三十多亿年，意识的孕育期有一二千万年，人类意识的历史也有三百万年。其次，意识本身是无形的东西，远古人类的意识，早已随着他们的大脑的消失而消失，而作为意识之成果的工具又十分稀少。第三，意识的产生就银河系和宇宙来说，可能是普遍的现象，而就地球和太阳系来说，则是特有的现象。生物不会重复进化的老路，意识起源的整个过程不会重演。这些因素使得揭示意识起源的过程十分困难。

不过，我们还是可以追溯意识起源的历史过程。比较的方法就是追溯这个过程的重要方法。正确地运用比较法，可以找到这个过程的趋势，认识它的主要阶段。

一、通过与生物反映性的比较揭示人类意识的前史

意识是人脑的机能，而人脑是生物神经系统长期发展的

产物；意识是生物反映的高级形态，而这个高级形态是由低级形态发展而来。正如人类的产生有它的前史一样，人类意识的起源也有它的前史。

人类意识的前史，我们可以用比较的方法加以追溯。在今天的地球上，存在着多种多样的动物，存在着多种多样的动物心理和反映形式，高低悬殊，各式各样，既有差异性，又有统一性。它们都是生物对外界环境的反映。将它们与人类意识加以比较，就可以对如此众多的动物心理和反映形式进行分类，然后找出它们的逻辑联系，根据逻辑与历史相一致的原则，根据对现存的动物心理的逻辑分析，我们可以追溯人类意识的前史。

对动物反映能力的比较要有一个基准。这就是现代的人类意识。马克思说过："人体解剖对于猴体解剖是一把钥匙。低等动物身上表露的高等动物的征兆，反而只有在高等动物本身被认识之后才能理解。"[1]现代人类意识是意识发展史上最完备的阶段，各种矛盾得到了充分的展开，以它作为比较的基准，能清楚地看到各种动物心理与动物意识在意识长河中的地位。

生物界最简单的反映方式是刺激感应性。世界在变形虫面前只分成两类，一类是有利刺激，如食物、木块等；一类是不利刺激，如光、热等。对有利刺激，就趋近；对不利刺激，就回避。这种刺激感应性与无机物的反应性有了本质的不同，无机物的反应性只服从物理化学规律，而它还进一步服从生理规律，具有了最原始的选择性和主动性。

生物反映的另一方式是感觉。这是心理现象演化过程的最初阶段。与这个阶段相应的动物，对于某种刺激作出稳定

的反应。但这种信号刺激物只是个别的刺激物，相应动物只对个别刺激作出反应，或只能反映外界刺激物的个别属性。例如，水母的感觉细胞有了一定的感光能力，水螅的触手有了一定的触觉能力。

生物反映的又一方式是知觉。这在无脊椎动物的蜜蜂身上已见萌芽，例如它能建造一定形状的巢，能通过舞蹈语言传递蜜源的远近、方向等信息，这种反映形式在脊椎动物身上得到较大的发展。脊椎动物不仅能对个别刺激物或刺激物的个别属性作出反映，而且能够把标志一个完整客体的各种属性作为一个整体来反映。

灵长类动物的反映方式达到了更高级的水平，这就是出现了"表象"这种反映方式。类人猿在看了红色小球后能从七种颜色中挑出红色的小球来；给它看了几颗胡桃，能从胡桃袋中取出同样数目的胡桃来，如果没有表象的产生，这是难以完成的。由于表象能暂时离开事物而保持事物的形象，这就使思维的出现成为可能。

通过上面的比较与分类，按照从简单到复杂、从低级到高级的逻辑顺序，我们就可以粗略地勾画出一幅人类意识的前史。最早的生物具有最简单的反映方式刺激反应性，有了最原始的主动能力，从而与无机界的反应性有了根本区别。随着生物的进化，动物反映方式逐渐由刺激反应性发展到感觉、知觉，进一步的发展产生表象，出现低级的思维能力。与此同时，生物的神经系统也不断发展，由神经网发展到神经节和脑泡，由原始脑发展到越来越发达的大脑。

生物反映能力的这种进化，为人类意识的产生创造了生物学前提；动物意识发展到猿类意识，达到了动物意识的顶

点，为人类意识的产生提供了直接的生物学前提。没有动物心理的这种长期的历史发展，就不会有人类的意识。因此，恩格斯强调说："机体从少数简单形态到今天我们所看到的日益多样化和复杂化的形态一直到人类为止的发展系列，基本上是确定了；因此，不仅有了可能来说明有机自然产物中的现存者，而且也提供了基础，来追溯人类精神的史前时代，追溯人类精神从简单的、无构造的、但有刺激感应的最低级有机体的原生质起到能够思维的人脑为止的各个发展阶段。如果没有这个史前时代，那末能够思维的人脑的存在就仍然是一个奇迹。"[2]

对人类意识前史的追溯是通过对现存空间不同生物的不同反映形式的比较着手的。1．要寻找一类事物的共同特征，以确定它们是否有共同的渊源。刺激反应性、感觉、知觉、表象、概念，都是生物对外界事物的反映，它们虽有差异，但有统一。这种统一性表明它们是同一类事物，都由刺激感应性发展而来。2．通过比较，勾画出这些反映形式由低级到高级的逻辑系列。显而易见，这五种生物反映形式中，刺激反应性是最简单的，感觉比它要复杂一些，因为感觉对外界事物的反映有了一定的分化，而刺激感应性则几乎没有这种分化，它的反映是"朦胧"的。知觉比感觉更高级一些，因为它对外界的反映已经不是个别事物或事物个别性质的反映，而是各种性质或多种事物的综合反映。表象比知觉要高级，因为知觉是事物的直接的反映，而表象则可在事物不在时也保留事物的印象。概念比表象更高级，因为概念已不仅是事物具体形象的反映，而且是一类事物共同特征的概括和抽象的反映。这样，我们根据以上分析，可以得出反映由刺激感应性到概念的逻辑系

列。3.我们可以把这个系列近似地看作动物心理的发展的过程，它们构成了人类意识的前史。黑格尔指出："那在科学上最初的东西，必定会表明历史上也是最初的东西"。[3]就是说，最简单的东西是一类事物发展的起点。同样的道理，比较简单的事物在历史上发生较早，比较复杂的事物在历史上发生较迟。差异程度较小的事物在时间上相距较近，差异程度较大的事物在时间上相距较远。这样，我们就能从空间上同时并存的事物的比较研究着手，认识时间上前后相隔的变化；就可以从能够观察到的现象推知无法观察到的过程。当然，这个过程只是历史过程的一个缩影，略去了历史发展的细节和偶然性。但是，这足以使我们通过比较把握历史过程的基本线索。人类意识的前史就可以用这种方法寻找到它的脉络。

二、通过与原始民族的意识的比较揭示意识运动的趋势

马克思曾经指出："因为思维过程本身是在一定条件中生长起来的，它本身是一个自然过程，所以真正能理解的思维只能是一样的，而且只是随着发展的成熟程度（其中也包括思维器官发展的成熟程度）逐渐地表现出区别。"[4]思维是意识的一个重要组成，同样，人类意识也是一个过程，各个历史阶段的人类意识既有共同的质，又表现出区别。在今天的地球上，所有的民族都已达到了智人阶段，各个民族的意识，都达到了智人的意识。但是，人类的发展是不平衡的。人类意识的发展也是不平衡的。与现代发达的人类意识相比，原始民族的意

识有着一定的特点。今天发达的人类意识是由类似于原始民族的原始意识变化而来的，因此，可以把现代原始民族的意识看作现代先进民族在历史上存在过的意识。这样，世界上不同水平的意识的画面就转化成了人类意识昨天和前天的历史画卷。

与发达的人类意识相比，原始民族的原始意识有些什么特点呢？

首先，原始民族的意识，抽象、概括的能力比较差，感知具体形象的能力比较强。这个特点充分地表现在他们的语言中。语言是意识进行的工具，也是意识交流的工具，因此，语言的特点反映着意识的特点。

1．原始民族的语言具体名词多，一般性名词少。澳大利亚土著有各种鸟的名称，但没有鸟的一般概念。北极爱斯基摩人某个部落，有几十种不同的雪的名称，但没有雪这种一般概念。2．表示具体动作的动词多，概括性的动词则很少，抽象的动词更少。在唐哈列人的语言中，表示行走的有七十五个动词，表示煮饭的有十一个动词，但是，没有表示走和煮的一般概念的动词。在克拉马特族语言中，有八种动词表示捕捉，十六种动词表示分开，但没有表示捕捉和分开的一般动词。至于“爱护”、“认为”等表示抽象意义的动词，则几乎没有。3．原始民族的语言中形容词很缺乏。形容词是事物性质的抽象，事物的性质依附于事物，又不等于事物。要认识事物的性质，须有一定的抽象能力，形容词的缺乏表示抽象能力的薄弱。例如，塔斯马尼亚人没有热、冷、硬等形容词。要说热、冷、硬时，只能说象火一样，象水一样，象石头一样。4．原始民族语言中数词也非常少，人们的计数能力非常差。许多

原始民族的数字不超过五个，鄂温克族人数不清家里的驯鹿数，若冲人认为世界上算帐最苦。爱斯基摩人讲到数时，总是用具体的事物代替数的概念，例如要说家里来了四个人，他们会说来了一个老人，一个妇女，一个男孩，一个带枪的人等等。数词是对于事物数量的抽象，数概念的缺乏也反映着抽象能力的低下。语言的这些特点表明，原始民族的意识，抽象、概括的能力比较差。

其次，原始民族的意识长于感性认识，短于理性认识。这个特征表现在：1. 原始民族的意识常常把事物外部的特征当作内部的特征。据法国人类学家列维记载，印第安人非常害怕白人传教士的一个狮形盛器，妇女们不敢看它一眼，也不敢走近它。传教士想把它作为礼物送给印第安人，但没有一个人要它。原来，他们认为，盛器有狮子的外形，就一定有狮的灵魂和本性，就一定会吃人。2. 原始民族常常把偶然的表面的联系当成因果联系。一些探险家在某些非洲原始民族那里发现，土人曾把干旱的原因归之于传教士家里一张维多利亚女皇的象片。有的民族把狩猎失败归因于谁讲了一句不吉利的话，或谁没有遵守禁忌。有的民族把怀孕归之于看到了一朵花，看见一只鸟等偶然的原因。3. 原始民族总是用一种表面的相似性来推测事物之间的相互关系。例如，斐济群岛的居民认为影子与人相似，因而它们之间有一种神秘的联系。他们认为踩别人的影子是一种谋杀行为。有些原始民族认为，食物与个性、智慧也有一种神秘的联系。他们不吃鸡、兔等小动物，认为会把怠惰、胆怯等品质带进体内。他们大吃狐肉、熊肉、虎肉，甚至人肉，认为这能增加智慧、勇猛和力气。这些都说明，原始民族的意识，感性的能力强些，理性的能力

较薄弱。

最后，原始民族集体意识比较强烈，个体意识比较薄弱。这个特点表现在集体意识常常窒息了个体意识，个体意识则很少超越集体意识。非洲有的民族有这样一种集体意识，认为敌人的箭必定是念了咒语的，中了敌人的箭，不管箭伤如何，即使擦破点皮，咒语也会随箭而入，致人死命，这种集体意识如此强烈，以至把个人求生的欲望也压抑下去了。中箭的人会拒绝进食，躺着等死。还有一个民族认为，做梦是未来的预兆，凡做了被敌人抓走的梦意味着将要被敌人俘虏。解救的办法是请朋友象对待俘虏一样加以毒打虐待。做了这种梦的人会请朋友千方百计折磨自已，打成重伤也会感到高兴。

原始民族的意识可以看作是古老的意识的活化石。今天发达的人类意识就是由这样的意识发展来的。因此，从原始民族的意识与今天发达的人类意识的比较中，可以看出意识进化的趋势：意识是逐渐由感性意识向理性意识、由具体意识向抽象意识、由集体意识向个体意识进化的。越是古老的意识，理性成分、抽象能力、个体意识的水平就越低。

三、通过人类化石的比较追溯意识进化过程的阶段

人类意识的起源是一个过程。在这个过程的各个阶段中，人类意识各自有着自已的特点，从而使各阶段之间表现出区别。

研究意识在起源过程中各阶段的特点，可以通过对古人类化石的比较来进行。古代人类的意识本身，早已随着作为

意识主体的人的死亡而消失。但是，人类创造的工具、艺术品还保留着，它们成了追寻这些工具、艺术品的制造者的意识的重要途径。

然而，古代人类创造的工具、艺术品本身并不是意识，而是意识通过双手的劳动所创造的成果。它们是意识的物化，它们包含着创造者的要求、愿望、理想和目的，反映着意识水平的高低。工具或艺术品的制作受着意识的支配，创造者的意识水平决定着劳动产品水平的高低。马克思指出："劳动的产品就是劳动自己固定在一个对象中，把自己弄成物件，这就是劳动底对象化。"[6]人的心理意识的特征，不只在他们的活动中表现出来，而且在实践活动的产品中显露出来，劳动产品是意识的结晶，也是衡量意识水平的尺度。

那末，从人类制造的工具等遗物的比较看，人类意识的过程中经历了哪些阶段呢？

最早期的人类是南方古猿。最早期的工具是南方古猿制造的砾石工具。近年来在肯尼亚的卢多尔夫湖地区发现了二、三百万年前的砾石工具。这些工具只有一、二个尖或刃，加工的随意性很大，没有固定的形状，也没有专一的用途。它们是"粗制滥造"的"万能工具"。这些工具很难从天然石块中区分出来。南方古猿制造的这些工具，表明他们开始有了人类意识。但是，这些工具用后就丢，要用就造，说明目的性还很差。这些工具的原始性表明制造者们分析综合能力还很低。他们还是半动物性的、野蛮的，象动物一样贫乏，在生产上也未必比动物高明。他们的意识带有较多的本能的特点，往往还不能把自己与自然分开。

北京猿人时代，人类制造工具的水平有了很大的进步。

1. 北京猿人制造工具有了多种方法，如锤击法、碰砧法、砸击法，能根据不同的原料进行不同的加工。2. 北京猿人的工具有了极原始的分类，例如有了砍砸器、刮削器、尖状器之分。说明北京猿人开始意识到用不同形状的工具达到不同的目的 目的性有了加强。3. 北京猿人学会了用火和熟食，这是人类“第一次迫使某种无生命的自然力替自己服务”。在北京猿人洞里，有厚达几米的灰烬，有野牛、鹿等动物的烤骨。这些都说明，北京猿人已开始把自己与自然区分开来了。

尼人阶段，人类制造的石器更加精致，还发明了摩擦生火，特别是尼人阶段出现了埋葬现象。法国莫斯特洞中，一个尼人的头枕在石器上，身体周围安放了七十四件石器。类似的埋葬现象还很多。艾克尔斯据此推测，尼人在埋葬死者时会想到，“死亡降临于他身上，我和他是同类，所以死亡也将降临于我。我现在对他深表敬意，这样，当我死亡后，也可以享受到同样的待遇。”[6]艾克尔斯的推理过程可能过分逻辑化了，尼人不一定能作如此严密的推理，但是，尼人把自己与群体区分开来了，这是比较可信的结论，因为尼人对别人的埋葬反映着对自己的认识。

智人阶段，工具有了飞跃的进步。打制的粗石器经过磨制变成了细石器，从而使石器有了更规则的形状和更高的性能，说明智人的目的性、能动性有了空前提高。智人开始制造复合工具，在骨器上装上木柄，箭镞上装上木杆，复合工具的出现标志着智人综合能力的空前提高。智人阶段最大的劳动成果是精神产品如雕刻、绘画、装饰等的出现。精神产品的出现表明，智人的抽象意识得到了很大的发展。它表明，人类意识到了智人阶段又完成了一个大飞跃，人类不仅能区分自己与

自然，区分自己与群体，而且能区分自己与自己的精神活动。

其实，不仅意识的各个阶段构成一个过程，把意识放在自然界宏伟的物质演化的背景上加以比较研究，可以看到从无机物的反应性到生物的反映性再到人类意识，也是一个既互相联结，又互相区别的过程。自然界中存在一种系统的熵不断减少、有序性不断增大的运动，这个运动经历了这样一些层次："在最初的层次上，有重原子核在大恒星中心出现。在较高一级层次上，有有机分子在空间某处出现；在更高一个层次上，是人类精神产物的出现。"[7]无机界的感应性，生物反映性和人类意识是这个运动过程中的不同环节。人类意识是迄今为止最有序的物质——人脑的功能，是一种有序性最高的反映形式。这就是比较法所揭示的人类意识在自然界的位置。

四、通过与儿童心理发展史的比较揭示意识过程运动的规律

任何婴儿呱呱坠地，都是没有意识的。婴儿在发育中逐渐形成了心理，产生了意识。儿童心理发展史也就是一个意识从无到有、从低到高的发展过程。

黑格尔最早提出：儿童精神发生是人类意识产生过程的重演。他指出："每个个体，如就内容而言，也都必须走过普遍精神所走过的那些发展阶段，但这些阶段是作为自己蜕掉的外壳，是作为一条已经开辟和铺平了的段落而被个体走过的。这样，在知识领域里，我们就看见有许多在从前曾为精神成熟的人们所努力追求的知识现在已经降低为儿童的知识，儿童的练习，甚至成了儿童的游戏。"恩格斯进一步指出"孩童的精

神发展是我们的动物祖先，至少是比较近的动物祖先的智力发展的一个缩影，只是这个缩影更加简略一些罢了。”[8]

人类意识的产生和个体的认识发生的这种关系，使我们可以从儿童心理发展的研究，探索人类意识起源过程中的规律。

第一，人类意识的起源过程是阶段性与连续性的对立统一。

瑞士著名心理学家皮亚杰认为，儿童心理的发展经历了这样四个阶段：感觉动作阶段，前运算阶段，具体运算阶段，形式运算阶段。不同的阶段有着不同的行为模式。它们发生的顺序是不能变更的，只能整个地提前或推迟。这些阶段之间又都彼此衔接，互相交错重叠，没有一条截然分开的分界线。前一阶段中孕育着后一阶段的萌芽，后一阶段整合着前一阶段的行为模式。

儿童心理发展的这个特点也适用于人类意识的起源。从猿类意识到人类意识既是一个质变的过程，又是一个不能截然分开的过程。在这个过程中，猿类意识逐渐转化为人类意识。这个过程具有亦此亦彼的特征。在南方古猿、北京猿人、尼人、智人的意识的漫长进化过程中，虽然各阶段彼此不同，但是它们互相联接，互相重迭。

第二，人类意识的起源过程是行为与意识的对立统一过程。

儿童的心理是怎么产生的？心理现象的产生开始于动作。儿童心理的发展也离不开动作。儿童通过手的抓握触摸动作，来感知事物的性质，手的动作发展了儿童对隐藏在事物中的复杂属性的关系进行分析综合的能力，发展了儿童知觉

与思维的动力。逻辑和数理观念也是在动作中形成的。它们首先是作为外部活动显示出来，经过内化才具有概念的性质。皮亚杰補当详细地考察了时间、速度、守恒、偶然性、因果性等物理概念的产生，结果证明这些概念都是由行为活动产生的。

动作产生了心理和意识，但意识并不是完全被动的，它一经产生，就反作用于动作，使动作带有一定的随意性、目的性。因此，动作与意识是相互作用的，处于对立统一之中。

儿童心理发展中动作与意识的关系也适用于人类意识起源的整个过程。“形成中的人”并不是先有了意识再去学会制造工具的，而是在学会制造工具的过程中逐渐萌发出意识的。罗宾逊曾想象人类历史上怎样跨出迈向文明的第一步：某些不安宁的人类祖先用石头或贝壳的边刃把树干变成一个尖头，在发现野兽时没有理性地掷出去，尖矛戳穿了动物的身体，这样的习惯多了，就会产生尖的观念，就会有意识地去制造尖矛。[9]而人类产生了意识后，又指导人们的行为，使人们更能动地改造自然；同时，改造自然的实践又推动了人类意识的发展。如此往复循环，人类的实践活动和意识不断地向前发展。

第三，人类意识的起源过程是顺应与同化的对立统一。

同化和顺应是儿童适应环境的两种机能。儿童在成长过程中，原有的心理结构与外界环境一直处于既相适应又不相适应的矛盾之中。当原有的心理结构基本适应外界环境时，环境中新的因素纳入主体的心理结构中，这就是同化。同化也推动心理结构的变化，但只引起量的变化。当主体的心理结构不能同化环境，于是就引起心理结构质的变化，建立新的

心理结构，以适应外界环境。新的心理结构又会不断地同化与顺应。同化是主体心理结构与外界的相对平衡状态，顺应则是不平衡状态。平衡的不断建立与破坏，就是皮亚杰所谓的认识结构形成和发展的基本过程。

同化与顺应的对立统一也是人类意识起源过程中的一个重要矛盾，是意识与外界环境既相适应又不相适应的缩影。人类意识在起源过程中，如果原有的意识结构基本适应外界环境，原有的意识结构就得到同化，就得到加强。如果原有的意识结构不能适应外界环境，那么，原有的意识结构就会逐渐地加以改变，以与外界信息的增加保持协调。在从猿类意识到人类意识的过程中，对猿类从事觅食等活动来说，猿类意识是适应的。古猿下树之后，由于敌害的逼迫和新的觅食方法的需要，逐渐学会了使用天然物，使用天然物的活动使信息量大大增加，原有的猿的结构不能适应，于是推动猿类意识向“形成中的人”的半人类意识进化。这种半人类意识与使用天然物的活动以及由此获得的信息是相适应的。当“形成中的人”由使用天然物到学会制造工具时，原有的半人类意识不能同化学习制造工具时得到的大量新信息，从而迫使“形成中的人”的半人类意识逐渐变成人类意识，以创立新的意识结构去容纳大量新信息，达到认识上新的平衡。从南方古猿的意识到北京猿人的意识，从尼人的意识到智人的意识，都是意识内部同化与顺应这一对矛盾发展的结果。

人类意识的起源是一个十分漫长而曲折的过程，因此，追溯意识起源的主要线索和规律是一件颇费周折的事情。由于儿童心理发展史是人类意识起源的重演，而这种重演是一种大大简化了的缩影，一、二十年中完成了意识起源的全过程，

因而使不能追踪的人类意识起源的研究转化成可以追踪的儿童心理发展的研究，便于我们寻找意识起源过程中的规律。儿童心理起源与人类意识起源之间的相似性是我们对二者进行比较研究的客观基础，也是我们从儿童心理起源寻找人类意识起源过程规律的内在依据。

五、必须坚持比较的客观性与辩证性

意识起源过程，是一个辩证的矛盾运动过程。对人类意识与动物意识、原始民族意识、古人类意识及儿童心理的比较研究是揭示意识起源过程的重要方法。为了揭示这个过程，必须坚持比较的客观性和辩证性。

要进行客观的比较，就必须对比较对象的主要矛盾进行比较，抓住事物的本质方面；要进行辩证的比较，就必须看到比较对象的同中之异和异中之同。

在意识研究史上，不少学者曾应用过比较方法。但是他们往往用人类意识的特点去说明动物的行为。这是一种拟人化的比较观，其结果，使比较缺乏客观性，往往会把动物意识看成与人类意识一样的东西。达尔文在比较动物意识与人类意识后指出，“人类与高等哺乳动物的精神力，于根本上并无区别。”[10] 著名动物学家桑戴克比较人类意识与动物意识后得出这样的结论：“人类智力乃是一种普通的动物智力，不过略有变化，范围扩大罢了。”[11]

近年来，灵长类学家对猿猴的意识和行为进行了大量的比较研究，不少人仍然忽视比较的客观性，做拟人化的比较研究，结果把人类意识的特点全部赋予了猿猴。美国人E·门泽

尔对人与黑猩猩的语言进行比较研究后认为，“黑猩猩具有如语言学家所定义的真正的语言”。[12]R·M·耶基斯和W·凯勒对黑猩猩的行为进行比较研究后指出，“不能把工具的使用和制造断定为人类的行为”，[12]因为黑猩猩也会“制造工具”。还有人认为大猩猩沃休有创造概念的能力，大猩猩柯柯有自我意识。荷兰乌德勒大学的弗朗茨·瓦尔甚至认为黑猩猩有社会意识，知道合作、结盟，知道为了夺取权力而如何进行斗争。[13]总之，这种比较研究的结论是，人类具有的一切精神能力，猿都具有。这样，人类意识与猿类意识乃至低等动物的意识就只有量的不同，而无质的区别，这就是拟人化比较法得出的结论。

要克服这种拟人化的比较观，必须善于对人类意识与动物意识的本质进行比较。针对黑猩猩会制造工具的理论，苏联人类学家赫鲁斯托夫对人与猿“制造工具”的本质作了比较。他发现，被试的黑猩猩总是尽量用身体器官来当工具使用。实在无法可想时，才利用工具，利用工具是不太自觉的行为。它们“制造工具”也有直接性的特点，不能依靠一定的媒介物来完成。而人类的智慧能通过间接活动达到自己的目的。通过这种本质的比较，作者得出结论说：“它们至多只会用自己的天然器官对工具进行某种加工，而一次也不曾想到利用其他工具，例如用石块来制作自己适用的工具。正是在这一点上，黑猩猩显示了同人类的本质差别。”[14]

用比较法研究意识起源过程，不仅要注意比较的客观性，而且要注意比较的辩证性。黑格尔曾说：“假如一个人能看出当前即显而易见的差别，譬如，能区别一枝笔与一头骆驼，我们不会说这个人有了不起的聪明。同样，另一方面，一个人能

比较两个近似的东西，如橡树与槐树，或寺院与教堂，而知其相似，我们也不能说他有很高的比较能力。我们所要求的，是要看出异中之同和同中之异”。[15]对意识的辩证比较，就是既要看到不同的反映形式之间以及意识在不同过程之间的区别，又要看到它们之间的同一。

意识的起源是一个辩证的运动过程，只有用辩证的比较法才能把握这个过程。无机界的感应性、生物的反映性、人类的能动性，虽然差别十分巨大，但是它们又互相同一、互相联系。它们都是物质有序运动的不同层次。无机界的感应性是生物反映性产生的前提，生物反映性是人类能动性产生的基础。它们之间，同中有异，异中有同。在对刺激感应性、感觉、知觉、表象等生物反映层次的比较中，一方面，我们要看到它们的反映方式有着各自的特点，反映的广度与深度是不同的；另一方面，又要看到它们之间的联系。任何高一级的反映都是建筑在低一级的反映的基础上的。在对猿类意识，形成中的人的意识、猿人意识、尼人意识和智人意识的比较中，也要看到它们的同一和差别。高一级的意识都是在低一级的意识的基础上经过飞跃产生的。因此，它既有低级意识的某些特点，又与低级意识表现出质的区别。只有用辩证的比较法研究意识起源的过程，才能把意识起源看成连续性与阶段性对立统一的、不断前进的过程，才能消除绝对分明和固定不变的界限。

[1] 《马克思恩格斯选集》第2卷，人民出版社1972年版，第168页。
[2] 《马克思恩格斯选集》第3卷，人民出版社1972年版，第526—527页。
[3] 黑格尔：《逻辑学》上卷，商务印书馆1966年版，第77页。
[4] 《马克思恩格斯全集》第32卷，人民出版社1975年版，第5[illegible]页。

[5] 马克思：《经济学—哲学手稿》，人民出版社1956年版，第52页。
[6] K. R. Popper, J. C. Eccles; The Self and its Brain, Springer, 1977, P. 454.
[7] 波普尔：《自然选择和精神的出现》转引自《自然科学哲学问题》1980年第1期。
[8] 《马克思恩格斯选集》第3卷，人民出版社1972年版，第517页。
[9] James Harveg Robinson; The Mind in the Making, New York, Harper Press, 1921年，P. 71.
[10] 达尔文：《人类原始及类择》，商务印书馆1954年版，第104页。
[11] 桑戴克：《人类的学习》，国立编译馆1934年版，第209页。
[12] 《自然科学哲学摘译》(人类学专辑)，上海人民出版社1975年版，第116页。
[13] 邓京华：《动物是否有思维》，转引自《心理学探新》1981年第3期。
[14] (苏)格·赫鲁斯托夫：《黑猩猩会利用石块制造工具吗?》，原载(苏)《哲学问题》1968年第6期；转引自《猿猴社会》，知识出版社1982年版，第125页。
[15] 黑格尔：《小逻辑》，三联书店1965年版，第262页。

关于思维的神经基础

刘 觐 龙

自从钱学森教授倡导思维科学以来，关于脑与思维的关系问题引起了人们越来越大的兴趣。思维是脑的重要功能。当人们进行思维时，人脑是怎样工作的呢？脑的哪些结构与思维活动有关呢？人脑为什么会有思维功能呢？如此等等，都是人们感兴趣的问题。遗憾的是，到目前为止神经生理学对这些问题知道得还很少。1966年10月曾在美国的匹兹堡大学举行过一次思维讨论会，加州大学汤姆逊教授作了题为“神经生理学与思维：思维的神经基质”专题报告。他一开头便说：“我觉得在思维的书中放进神经生理学的讨论完全是一种事后的想法。的确，几乎所有关于思维的论著都很少或完全不谈神经生理过程。神经生理学论著也不讨论思维。这种互不理睬的现象反映了我们对许多行为的神经生理学基础是十分无知的……。”自那时起，将近二十年过去了。神经生理学在许多方面取得了很大的进展。可是思维问题在神经生理学的章节中，几乎仍旧是个空白。正如钱学森教授指出那样，要从研究脑功能入手来阐明人的思维规律，还要走很长的道路。不过，现代神经生理学、脑科学和生理心理学等学科在关于脑的功能方面已经积累了大量的知识。这些知识对于我们

探讨和理解思维的神经机制是否一点用处也没有呢？当然不是。思维活动与其他的心理和生理过程有着极为密切的关系。人们为了研究和讨论方便起见，把对客观世界的认识过程分解为若干层次或阶段，如感觉、知觉、表象、概念以及理性认识等等，在方法上分为分析、综合、抽象、概括、演绎、归纳、判断、推理等等。然而在实际生活中，不同水平、不同层次的思维活动是不可能截然分开的。因此，现代神经生理学在研究脑的认知机能中积累的大量资料和揭示的神经活动规律，对于我们探索思维活动的神经过程应该是有所启发和帮助的。从这个角度出发，拟对思维的神经基础问题进行一些初步的探讨。

一、神经元和神经回路

现代神经生理学家在谈到意识、思维等精神现象时几乎都有这种看法，即脑的高级功能的出现与神经回路的活动有着密切的关系。例如，美国著名神经生理学家、诺贝尔奖金获得者斯佩里就十分明确地说，他认为主观的意识和思维是脑过程的一个组成部分，取决于神经回路及其有关的生理特性，是脑的高层次活动的结果。法国的神经生理学家尚格在他的新著《神经元的人》(1983)中也说，行为、思维和情感等等来源于大脑中产生的物理和化学现象，是相应神经元组合的结果。即使象澳大利亚著名神经生理学家艾克尔斯这样自称的二元论者，也曾说过，是大脑皮层及其联合在一起的皮层下核的某些高度复杂的模式运动产生出意识经验。因此，在讨论思维的神经基础问题时，让我们首先来看一看神经元和神经回路

的生理特点。

据估计，整个人脑神经元的数量约为10^{11}（千亿）。每个神经元由两部分构成：神经细胞体及其突起（树突和轴突——即神经纤维）。细胞体的大小从五至一百微米（直径）不等。各个神经细胞发出突起的数目、长短和分支也各不相同。长的突起可达一米以上，短的突起则不到其千分之一。神经元之间通过"突触"互相连接。突触的数量是惊人的。据测定，在大脑皮层的一个神经元上，突触的数目可达三万以上。整个脑内突触的数目约在10^{14}～10^{15}（百万亿～千万亿）之间。突触联系的方式是多种多样的，常见的是一个神经元的纤维末梢与另一个神经元的胞体或树突形成突触联系。但也有轴突与轴突、胞体与胞体以及其他方式的突触联系。不同方式的突触连接，其生理作用是不同的。

神经元之间的组合形式也是多种多样的。一个神经元可以通过纤维分支与许多神经元建立突触联系，使得一个神经元的信息可以直接传递给许多神经元。不同部位、不同区域的神经元的纤维末梢也可会聚到一个神经元上，使得不同来源的信息集中起来。此外，还有环形组合、链形组合等等。因此，神经元之间的联系是十分错综复杂的。

神经回路的复杂多样，不仅在于神经元和突触的数量大、组合方式复杂和联系广泛，还在于突触传递的机制复杂。现在已经发现和阐明的突触传递机制有：突触后兴奋，突触后抑制，突触前抑制，突触前兴奋，以及"远程"抑制，等等。在突触传递机制中，释放神经递质是实现突触传递机能的中心环节，而不同的神经递质有着不同的作用性质和特点。现已发现能够成为神经递质的化学物质已不下十余种。有人将一个神经

元比作一个集成电路，一个突触比作线路中的一个接点。实际上突触远不止起着接点的作用。突触的功能是十分复杂的，既可以传递神经冲动，又可以产生电紧张性影响；既可以产生兴奋，也可以产生抑制，还可以产生易化，出现疲劳等等。脑的部位越高级，神经回路越复杂。恐怕目前任何电子线路的复杂程度都难以和脑的神经回路相比拟。因此，将人的意识、思维等功能的出现归结为脑的高层次神经回路活动的结果，是完全可以理解的。

二、神经活动的层次性与脑的高级功能

一般认为，抽象和概括是形成概念、进行思维活动的前提和基础。那么，脑的高级部位是如何实现抽象和概括功能的呢？目前虽然尚不能得出明确的答案，但一些实验结果表明，这是与神经活动的层次性有密切关系的。脑内神经元的分布和彼此间的联系虽然十分复杂，但并非杂乱无章，而是有着严格的次序、高度的特异性和层次性的。进入脑内的各种信息通过不同层次的神经回路的活动，进行着不同水平的分析、综合、抽象和概括。下面试以哺乳动物的视觉机能为例，作一些简单的分析。

视觉传入通路主要由视网膜、丘脑的外侧膝状体和大脑皮层的枕叶视区三部分组成。光线入眼后，大致依以下顺序向中枢传递：视觉感受器（视锥细胞和视杆细胞）→双极细胞→神经节细胞（以上是在视网膜内）→外侧膝状体细胞（在丘脑）→圆对称型细胞→单纯型细胞→复杂型细胞→超复杂型细胞→……（以上在大脑皮层）。视觉信息在上述回路中进行

着逐级处理。感受器主要起着换能的作用，将电磁波转化为细胞膜上的电位变化。受到光刺激时，感受器细胞膜内外的电位差增大(超极化)。光线越强，电位差越大。光线撤走后，膜电位回到原来的水平。到了双极细胞就有了初步的分析：光线照射到感受野的中心部位时出现超极化，而照射到感受野的周边部位时，则出现去极化——膜内外的电位差减小。这就是说，随着光线照射部位的不同而出现不同的反应。到了神经节细胞开始出现动作电位(即神经冲动)，有些神经节细胞在光线照射开始时发出神经冲动(给光反应)；有些在照射结束时发出神经冲动(撤光反应)；有些在给光和撤光时都发出神经冲动。可见，在视网膜水平对视觉信息已能进行初步的分析和综合了。从神经节细胞发出的神经冲动进而传到丘脑的外侧膝状体。外侧膝状体有两个，左右各一。每一侧的外侧膝状体都可以接受左右两眼的半边视网膜传来的神经冲动。因此，由两眼分别传入的视觉信息在外侧膝状体有了初步的集中。但是对每一个外侧膝状体神经细胞来说，还只能接受一侧(同侧或对侧)视网膜传来的信息。神经冲动由外侧膝状体进而传入大脑皮层的神经细胞，在这里实现进一步集中：左右两眼传入的信息可以会聚到同一个神经细胞上，并进行着进一步的分析和综合。例如，视觉皮层中的"单纯型"细胞的特点是仅对具有特定方位的线段起反应。有的单纯型细胞只是在呈垂直方向走行的线段映入视野时，才发出较多的神经冲动；有的只是当映入的线段呈水平走行时，神经冲动才增多；有的则是当映入的线段呈某种角度时，才放电增多；等等。可见，单纯型细胞已经开始出现"方位"的特异性。不过，单纯型细胞对于方位的分析还是比较初步的。一定方位的线段必须映入

视野的一定部位时，才能使这种神经细胞出现反应。到了"复杂型"细胞则不要求线段的影象映入视野的特定部位，只要线段呈一定的方位就可以使这种神经细胞放电增多。可见，视觉刺激作用于视网膜时，传入信息经过视觉通路上各级神经元的处理，其各种属性分别由不同的神经元进行记录。这种复杂型神经元只是记录"方位"这一种属性，而抛去了所有其他的属性。那么，我们是否可以把这一过程看作抽象和概括的过程呢？也就是说，是否可以把这种神经回路看作是形成"方位"这一概念的神经基础呢？在大脑皮层的视觉联合区中，有一种被称为"超复杂型"细胞，只有当视觉刺激影象出现"角"时，细胞放电才增多，而不受角的大小、朝向、构成角度的线条的长短、粗细以及背景光的明暗、对比度的强弱等影响。还有些超复杂型细胞分别对"方"、"三角"、"圆"等图象发生反应，似乎这些神经回路已具有形成某些几何概念的功能。

当然，我们不能仅仅根据这些动物实验结果就认为"角"、"方"、"三角"、"方位"等概念就是在初级视觉皮层和视觉联合皮层中形成的。何况我们对实现这种抽象和概括的具体神经过程还很不清楚。不过，这些实验资料表明，神经元在神经回路中的活动是有层次性的。层次越高，抽象和概括的程度就越高。通过不同层次的活动，进行着不同水平的分析、综合、抽象、概括，从而构成人们对客观事物的认识从感性到理性这个过程的神经基础。

现代神经生理学和神经解剖学证明，各种感觉信息到达大脑皮层时，首先进入其相应的初级感觉皮层区，然后扩散到邻近的感觉联合皮层区，各个感觉联合皮层区都发出神经纤维到达额叶联合皮层，即前额叶。这种形态结构上的特点提

示，前额叶神经元的活动可能具有更高水平的抽象和概括作用。我们在实验中观察到，猕猴前额叶皮层神经元存在着各种感觉信息的高度会聚。几乎全身各种感觉信息（包括视、听、嗅、触、痛、热等），不但都可以传入前额叶，而且可以会聚到同一个神经元。这种高度会聚现象是其他皮层区所没有的。其次，我们的实验还表明，对前额叶神经元最有效的刺激并不是该刺激物具体的物理属性，而是刺激物所具有的生物学意义。例如，我们将黄、红、绿三种色光和痛、热两种皮肤刺激组合成三个课题，训练动物按课题的要求操作一个杠杆。在每个课题中，黄光将出现两次，但这两次黄光的信号意义不同：第一次黄光指示动物将杠杆压下。第二次黄光则指示动物按课题的要求作出不同的反应：或是将压下的杠杆迅速放开，或是再继续压五秒钟。做对了可得到奖励，做错了将受到惩罚。在动物操作杠杆的同时，用微电极记录大脑额叶皮层神经元放电。在实验中，我们观察到有些神经元只在第一次黄光出现时放电增多，而对黄光的第二次出现没有反应。反之，也有些神经元只在第二次黄光出现时放电增多，而对黄光的第一次出现没有反应。虽然这两次黄光都是由同一些发光二极管发出的，其空间位置、颜色、亮度等物理性质完全相同，只是信号意义不同，却引起了额叶神经元的不同反应。可见，额叶神经元最有效的刺激物是信号的生物学意义，而不是具体的物理属性。为了验证这一看法，我们还将上述各种色光和皮肤痛、热刺激在课题以外的间歇期给动物呈现，结果原先在课题中可以引起额叶神经元放电增多的刺激物却失去了作用。这些实验结果使我们推想，大脑额叶联合皮层神经回路可能具有进行高度抽象概括的功能。

三、关于人脑的研究

前面所介绍的内容主要来自动物实验。然而，动物与人是有差别的。尤其是在思维、意识等脑的高级功能方面，更是动物所不能比拟的。要真正了解人的思维活动的神经基础，只能直接研究人脑的活动。可是，对人脑的实验研究存在着各种限制，不可能象动物实验那样进行，因而长期以来这方面研究进展不大。近年来，由于电子计算机、同位素以及劏裂脑技术的发展和应用，这方面取得了一些进步。

1．平均诱发电位的研究

当人的感官受到刺激时，从头皮上可以记录到相应的电位变化，称为诱发电位。由于电位很小，混杂在自发的脑电波之中，不易分辨。近年来，采用电子计算机技术将诱发电位进行叠加平均，杂乱的自发脑电互相抵消使诱发电位明显起来，称为平均诱发电位。采用平均诱发电位的方法，对人的思维活动进行了一些研究。

在日常生活中我们常常体验到，当我们专心致志地思考问题时，对周围发生的事往往“视而不见，听而不闻”。这种将注意力集中到最关心的事物上的现象叫做“选择性注意”。显然，选择性注意与思维的进行有极为密切的关系。平均诱发电位实验证明，注意力集中到某种感觉信号时，这种感觉刺激所引起的诱发电位要大些。进一步分析发现，有两种成分关系最密切。一种成分潜伏期较短，称为早期成分或外源性成分。一般认为，这种成分在选择性注意时振幅增大，主要由于感觉传入通路各级神经元的活动受到促进（易化）之故。另一

种成分潜伏期较长，称为晚期成分或内源性成分，性质比较复杂，对其产生机制尚无一致意见。一般认为，它可能与识别、分类、比较，以及其他大脑内部的神经过程有关。

2．区域脑血流图的研究

神经细胞和体内其他细胞一样，活动时需要消耗氧和能量。氧和能量物质必须由血液供应和补充。当脑内某个区域的神经活动增强时，必然伴有代谢活动增强和该部位的血流量增多。因此，通过测量局部血流量变化可以观察该部位神经元活动情况。具体的做法是：将同位素氙注入供应脑的血管——颈内动脉内。在头部放置若干探测器（数目可达二百五十多个），测出的信号经电子计算机处理，在彩色电视荧光屏上显示，也可记录于磁带上或打印出来。当某个区域脑组织活动增强导致血流量增大时，该处同位素清除率增大，单位时间内同位素在该处的密度增大。测量一定时间内大脑半球各个区域的血流分布情况，便可对各部位神经元活动情况一目了然。用这种方法已揭示出许多令人惊奇的现象。例如，当人处在清醒和安静状态时，额叶血流量最大，颞叶和枕叶血流量最小。随意运动时，大脑皮层躯体感觉区和运动区血流量都增多，而以躯体感觉区及其邻近部位的血流量最大。反之，当人的躯体受到感觉刺激时（例如皮肤刺激），大脑皮层运动区及运动前区的血流量却是最多的。令被试者说话时，运动区、感觉区、运动前区、顶叶与枕叶交界处（相当于韦尼克氏区）血流量都明显增多。阅读时，除上述区域外，后枕叶的血流量也增多。在心算时，前额叶和运动前区的血流量增多。这些结果表明，人的额叶皮层与思维活动的关系是十分密切的。

3. 割裂脑的研究

大脑由两侧半球组成。每侧大脑半球在形态结构上大致是相同的，每侧半球的皮层都有感觉区、运动区和联合区，都有相同的皮层下结构。因此，中枢神经系统实际上是两套机构，左右各一，分别管理和控制着半边身体的感觉和运动等功能。可是，在日常生活中我们的一切活动是如此和谐和协调一致，并不感到有任何不便和矛盾冲突，这是因为两侧大脑半球之间有广泛的神经纤维联系，保持着极为密切的信息交换。那么，如果两侧半球之间的联系被切断了，情况会如何呢？每一侧大脑还能独立地进行思维活动吗？自六十年代以来，一些学者在因治疗需要而切断了两侧大脑半球纤维联系的病人身上进行研究，获得了许多有趣的结果。这种研究称为割裂脑的研究。

很早以前人们就已经知道，对习惯于使用右手的人（称为右利手），语言功能主要是由左侧大脑管理的。右侧大脑几乎不具有语言功能。那么，右侧大脑半球是否有思维和意识功能呢？对割裂脑病人的研究表明，在两侧大脑之间的纤维联系被切断后，每一侧大脑半球都可以独立地进行思维活动和意识活动，而且都具有自我意识。现引用两个实验例子说明如下。

有一位病人名叫保罗，幼年时一侧颞叶曾受过损伤，后来因病施行了胼胝体切除术，两侧大脑之间的视觉图象和其他信息的传递能力完全丧失。如果将图象选择性输入一侧大脑，对侧大脑完全不会知道。这个病人的左侧大脑有完整的语言功能，可以用语言和文字表达他左脑的思想。可是右脑不能"说话"。为了检查右脑是否具有思维和意识功能，实验者

设法将一些问题有选择地输入病人的右脑而不让左脑知道，要病人用左手按压打字机键盘上的按键作出回答。实验表明，右脑虽不能"说话"，但可以理解文字和回答问题。下面是他们的一次"对话"：问：你是谁？答：保罗。问：请拼出你最喜爱的女孩的名字。答：莉兹（他的女朋友）。对于其他的问题，如他的爱好、明天是星期几、他希望从事什么职业、他当时的心境等等，都一一作出了正确的回答。由此可见，右脑也有思维活动，可以表达感情和爱好，可以判断时间，也具有自我意识，可以表示对未来的向往等。

那么，如果要求两侧大脑同时思考不同的问题时，情形会怎样呢？下面是这个病人的另一次实验结果：将两张内容不同的图象分别输入其左、右大脑。输入左脑的是一只鸡爪，输入右脑的是室外积雪的景象。在病人面前放着八张彼此内容毫不相干的画片。要求病人对输入大脑中的图象进行联想，用手指出与图象的关系最密切的画片。这时，病人很快就用左手指着一把铁铲，用右手指着一只鸡。当试验者问病人看见了什么图象时，他回答说："我看见了一只鸡爪，所以我选择了一张鸡的画片。"接着他马上又补充说："你必须用铁铲去清扫积雪。"这实验结果说明，左侧大脑能够很容易地正确说明它选择画片的理由。随即它很快就把右脑的反应也纳入它的范畴。显然，病人的左脑并不真正知道右脑选择那张画片的原因（是用铁铲来清除积雪），而只能凭猜想。可是，他说起来却象是肯定的事实一样。

对于上面这样的实验结果尽管可以有各种解释，但至少说明意识、思维等并不是什么神秘莫测的东西。只不过是高度组织化了的复杂神经回路的功能表现。在两侧大脑半球之

间存在密切联系时，整个大脑将作为一个统一实体进行活动。在两侧大脑之间的联系被切断后，只要大脑半球内部结构没有破坏，每侧大脑仍能以其固有的方式实现其功能。

割裂脑的研究还表明，左、右大脑对于语言性和非语言性信息的处理能力是不完全相同的。对于多数右利手来说，左脑对于语言性信息的处理能力较强，右脑对于非语言性信息的处理能力较强。根据这种差别，我们是否可以推想，左脑在抽象思维方面占优势，而右脑则在形象思维方面占优势。在正常情况下，两侧大脑之间存在着极为密切的联系，因而形象思维与抽象思维这两种思维方式实际上是不可能截然分开的，而是互相交织、互相补充和互相转化的，从而达到对客观世界最完美、最本质的认识。

综上所述，我们现在对于思维的神经基础是知道很少的。但是我们相信，随着思维科学研究的展开和人们对思维规律认识的深化，必将有力地促进思维神经机制研究的突破。让我们共同努力吧。

人的意识和意识的产物

胡　寄　南

“意识”一词在今天已成为日常生活中的通用语了。据《不列颠百科全书》所载，英国著名学者弗兰西斯·培根是最早用英语“意识”这个词的人。后来，约翰·洛克在一篇哲学论文中提到“一个人总是意识到自己在思考”，他在1600年对这句话又作了如下的解释：“意识就是一个人对自己思想里发生了什么的认识”。[1]

十九世纪初，哲学、生物学、人类学等有关学科的学者们都对于这个所谓“宇宙之谜”的意识起源问题提出了各自的见解。德国心理学家冯特首先主张心理学是一门研究意识的科学，并规定实验内省法为心理学的研究方法。他认为意识是个实体，心理学的任务便是用内省法分解构成意识的各种元素。这种思想体系又称为意识原子论，统治欧美心理学界达三四十年之久（从1879年冯特建立第一所心理实验室，到铁钦纳的《心理学教科书》〔1921年〕的出版为止）。在这段时间里，虽然出现了象“意动心理学”以及“意识流”等同冯特的见解有分歧的理论，但还不足以从基础上动摇构造心理学派的思想体系。真正给予意识心理学以致命打击的乃是以华生为代表的“行为主义”心理学派。在1914年出版的《行为——比较心理

学导言》里，华生对于内省心理学派的"意识"论点，提出了尖锐无情的批评。他对当时把心理学认为是研究意识的科学现状表示强烈不满，攻击传统心理学在"意识"问题上纠缠不清以及"内省法"不可靠。他宣称"心理学必须放弃对于意识的一切参照的时候似乎已经来到了"。在原书第一章他提出了行为主义心理学的纲领性要点如下："1.由于一种错误的见解认为，心理学的事实范围乃是意识的现象，并认为内省法乃是确定这些事实的唯一直接的方法，它已经把它自己纠缠在一系列的思辨性的问题中去了。……这些问题不能接受实验的处理。……2.据行为主义者看来，心理是自然科学的一门纯粹客观的、实验的分支，它正象化学与物理那样不需要内省法。在这里所采取的立场是：人的行为和动物的行为是必须在同等地位上加以考虑的。心理学可以无需意识……4.这样所提出的排除意识状态作为研究的对象本身便会消除心理学同其他科学之间所存在的障碍"。[2]以上的结论是在华生呼吁"要么心理学必须改变它的观点以接受行为的种种事实，不管这些事实对于'意识'的问题有没有关系；要么行为必须独立成为一门分开和独立存在的科学"（原书第3章）的基础上而作出的。

自从华生宣告心理学是一门行为科学之日起，在美国出版的心理学书本中，"意识"一词很少出现。但最近意识问题在西方心理学界中又重新抬头，如希尔加德（E.R.Hilgard）在《心理学年鉴》1980年31卷上所写"现代心理学的意识"中有所论述。

苏联心理学虽然受了行为主义心理学很深的影响，但是也有不少人提出了异议。例如，维果茨基认为如果把意识从心

理学的研究中排除出去，便会忽视外部语言向内部语言转化的问题，从而抹杀了人和动物之间的本质差异。鲁宾斯坦提出了意识与活动统一的理论根据。最近，彼得罗夫斯基主编的《普通心理学》内专门列入了“心理与意识的发展”一章。

值得注意的是：在西方出版了《脑与意识经验》一书，这是由澳大利亚著名神经生理学家艾克尔斯主编的，汇集了世界上好几位著名学者在专题讨论会上的报告。这次讨论会是在当时天主教皇的赞助下于罗马召开的。该书于1966年在柏林出版。艾克尔斯在一篇题为“意识经验和记忆”的文章里宣称：“脑和意识精神相互作用，脑从意识精神那里接受到一个意志动作，转过来脑又把意识经验传给精神。但是，十分清楚的是对于我们每个人来说，第一性的实在是我们的意识——其他的一切事物都是派生的，是第二性的实在”。[3] 毫无疑问，艾克尔斯是一个坚定的相互作用论的二元论者。著名的美国脑生理学家斯佩里在那本书里也发表了他的对于裂脑人研究的报告，主张裂脑病人有两个意识，遭到了当时在场学者的反对。斯佩里在最近发表的论著中改变了观点而认为“在我们大多数研究里，兴趣自然地集中的脑功能的分开的方面，而很容易去低估那些保持着统一的许多行为成份了”[4]。在最近几年发表的著作中，都表明他是一个“一元论的相互作用论者”。

1978年1月，在英国剑桥大学召开了一次跨学科的专题讨论会，讨论的题目是意识与物质世界的关系，参加讨论会并发表文章的有心理学、物理学、生理学、精神病学以及哲学等各方面专家二十人。其中，有一个所谓“心灵致动”和另一个关于人的神秘体验的发言，给大会带上了一些神秘主义的色

彩(最后一篇发言经大会的参加者决定，不予以登载)。与会者各抒己见，提出的论点有不少是互相矛盾的。例如，剑桥大学生理学家巴罗(H.B.Barlow)教授认为，意识乃是“大自然用来把我们束缚在我们的群体上的一个花招”。讨论会虽然未取得一致意见，却达到了相互启发与交流的目的。

在剑桥的专题讨论会期间，适逢波普尔和艾克尔斯的《自我和它的脑》一书出版。与会者有人持有与这两位作者相类似的观点，因此，《意识与物质世界》一书中“序言”的撰稿人美国加州理工学院的生理学家拉马钱德伦博士对于波普尔等的观点作出如下较为具体的介绍：波普尔自称为是心物相互作为论的二元论者。他认为有三个各自独立或准独立的世界：

世界1——物质世界，包括物质的脑。

世界2——一个个的人的精神。

世界3——语言、文化、科学及世界2的其他产物，其中还包括数字、观念，数的概念等“物”。

波普尔指出世界3有准独立状态，因为即使在多数个人死后还会依然存在。他还强调世界2与世界3是“共生的”，因为文化能够“反馈”以丰富并扩大个人的精神。他写道：“因此物质能超越它本身而产生精神，目的，及一个人的精神产物的世界。其中最先的产物之一就是语言。其实我猜想语言是这些产物的第一个，而在同语言的相互作用中演化了人脑和人的精神。他又写道：“作为自己，作为人类，我们都是世界3的产物，而世界3则又是无数人的精神的一种产物。”

接着艾克尔斯认为，物质世界事实上并不是一个封闭系统，而世界2可以直接影响脑的活动。据他设想，自我意识的精神可能作用于神经系统里的某些“开放的”元素，然后这些

元素结构的活动可以放大，以说明相当于人的“抉择”或者“创造性”的大脑事件。艾克尔斯的这些论点招致了剑桥专题讨论会与会者的不满。《意识和物质世界》书的序言撰写人拉马钱德伦写道：“没有世界2的介入，世界1的物体（人脑）创造出世界3来，在逻辑上说是没有什么不可能的；因此艾克尔斯自己的论点似乎提示精神乃是进化的多余的副产品！”[5]

最近，中国心理学工作者在中国心理学会基本理论专业委员会的倡导下，以辩证唯物主义和历史唯物主义为指导，展开了关于意识问题的热烈讨论。潘菽同志写道：“意识问题是心理学理论中的根本问题。这个问题不搞清楚，心理学中的很多问题都很难得到恰当的解决。心理学的体系问题也就更难解决。”[6]这也是很多人的看法。

我们认为：一个人的意识是在社会实践中发展起来的、以思维和语言为核心的认知、情感和意志的统一心理活动。意识是以人脑为基础的心理发展的最高水平的心理活动。行为是意识的外部表现。一个人的意识不仅能主动地指向过去和现在，而且也能主动地指向未来。在需要和情感的推动下，意识的这种能动的指向性称为“意向”，例如，我想要什么，我喜欢或不喜欢什么……等等。意向不一定与行动发生直接联系。一个人的意识活动是川流不息地进行的，具有一定的连贯性，这是由于人的实际生活的连贯性所决定的，但有时一个人的意识会瞬息发生变化，这取决于当时的条件与个人的内部状态。

分析、综合、储存和提取信息是脑的机能，也就是哲学上所谓“反映”机能。人脑不仅能把外界刺激物分解为它的组成成分，同时又能把刺激的组成成分合成一个整体。人脑对信

息进行分析、综合、贮存和提取的高度集中的兴奋状态是意识活动的前提，在这种状态中产生创造性思想，这就是在具体条件下成功地发现和解决以前所不能发现和解决的问题。在这个意义上，意识和智力密切相关。当来自各种感官的信息大量减少，网状组织的激活水平降低，皮层抑制过程占优势的时候，以及在脑内催眠物质影响下，意识的水平不断下降并转化为各种不同水平的无意识状态，如睡眠，梦，梦游，呓语等，在体内生化物质严重失调情况下，发生变态行为和精神病症状。在意志支配下，通过训练，意识能控制或调节人体内的一些内脏器官活动。在正常情况下，一个人的心理活动都受意识的支配。意识作为统一的心理活动是与神经系统高级部位的整合作用密切联系的。

一个人从诞生之日起即从外界环境中接受各种各样的信息，加以分析综合并逐渐形成判断和选择能力，一个婴儿已经能把自己身体上获得的感觉同外界事物和周围人物所引起的感觉区别开来。在比较成熟的年龄期，在人际交往中，自我感觉转化为自我意识，换句话说，一个人能对他自己内部心理活动进行内省的自我分析过程；在社会实践中，区分“我”与“非我”的“自我”概念逐渐形成。自我意识是区别人与动物的主要特征之一。动物在生物进化过程中虽然它的分析综合的思维能力有很大发展，然而却只具有某种程度的畜群意识。

在我们这个世界上，当物质发展到一定阶段时便从量变到质变的飞跃而产生了精神和意识。这是从物质到精神的一种转化。当一个人接受到外界刺激时，信息通过他的神经系统使物理过程转化为神经过程；当信息传到大脑时，这种神经过程便转化为感知觉及意识等心理活动。反过来，心理信息

也能转化为神经—物理过程，并通过肌肉的收缩而作用于外界环境。正是由于这种转化过程，人用体力和脑力劳动去创造人类的物质财富和精神财富成为可能。人的意识和意志能促进这种转化过程。

人的意识不仅能改造客观世界，而且也能改造自己的主观世界。

语言、文字及一切其他的人造信息，包括数字符号等，乃是人的意识的物质载体。这些都是人的意识活动的产物。我们主要是通过意识活动的产物来了解人的意识的。一个人的死亡，标志着他的肉体和脑的活动的停止和随之意识的消失。但他的创造性意识活动的产物和生平的业绩，只要对于人类是有益的，却能流传后世以至无穷。

马克思主义经典作家历来都有不少关于人的意识问题的极其精辟的论断。马克思和恩格斯写道："意识一开始就是社会的产物。""语言和意识有同样长久的历史。语言是一种实践的，既为别人存在并仅仅因此也为我自己存在的、现实的意识。"[7]"思想、观念、意识的生产最初是直接与人们的物质活动、与人们的物质交往与现实生活的语言交织在一起的。"[8]"不是意识决定生活，而是生活决定意识。"[9]这些论点可以概括为意识是从人的社会实践活动中形成和发展起来的。至于语言与思维的关系，近年来心理学者已开始有了一些较为具体的研究。总的说来，形象思维先于语言逻辑思维，而一个聋哑人虽然缺乏正常的语言功能，但却能进行手势语言的思维活动。可见意识是以思维和语言为核心的。近一个世纪以来，心理学者们多数认为意识具有私人的或个人的性质，并强调意识的能动性、统一性和指向性。詹姆士的"意识流"概念

已为文艺工作者和电影工作者广泛应用，但似乎片面地重视指向过去经验的回忆，而忽视了指向未来，制定今后行动计划，以及对美好未来的向往与憧憬。意识对于一个人的意向往往起着支配和调节作用。我们应重视意识的连贯性，也不忽视意识瞬息变化的可能性。这充分证明了“生活决定意识”的正确。恩格斯在《反杜林论》里写道：“思维和意识是人脑的产物，”[10]人的意识便是在脑的物质基础上形成和发展的。

现代神经生理学等科学的发展，确认了人脑是一个信息加工处理的器官。所谓的信息加工处理，实际上就是脑对信息的分析、综合、储存和提取的过程。这就是感觉、知觉、思维、想象和记忆、回忆等心理活动的生理基础，这也就是哲学上所谓“反映”活动的科学说明。美国著名生理学家T.C.鲁和J.F.传尔顿在谈到大脑皮层的一般机能时写道：“大脑作用是不同于简单反射活动的东西。感觉信息长期储存着，时而出现在大脑的输出中，与较近期的信息不可分离地交织在一起。正是这一性能乃是学习和记忆、语言和认识过程的基础。”[11]大脑皮层的分析综合机能已为巴甫洛夫等大量实验及观察所证明。事实表明，当一个人在发现或解决问题的时候，必须有注意的高度集中。一个人的创造性思维往往是在大脑皮层兴奋高度集中的状态下出现的。这种情况不仅在成人而且在儿童也经常发生。

个人的意识状态与无意识状态不断处于相互转化之中。当注意集中于某一事物时，当前其他事物的信息处于被抑制的无意识状态，而当注意从该事物转移至其他事物时，则该事物的信息即处于无意识状态。一个人在就寝时，当抑制过程扩散至整个大脑皮层时，他即进入睡眠。麦贡（H.W. Ma-

goun）等发现网状组织的激活系统对觉醒与睡眠所起的作用。[12]在睡眠抑制状态中，如某些细胞群依然发生兴奋，就导致梦的出现，这也是“日有所思，夜有所梦”的科学说明。如果涉及言语的细胞群或者牵连运动的细胞群发生兴奋时便出现说梦话及梦游现象。睡眠和梦伴有脑电图、快速眼动及体内生化物质的变化[13]。有时，由于社会生活的动荡不安，肉体和精神的创伤，以及心理上情绪的过度紧张等因素导致一个人大脑和内分泌等系统活动的紊乱，会发生意识障碍及其他精神病症状。社会心理因素可引起机体内脏机能的失调，我国古代《内经》就已有“忧恐忿怒伤气，气伤脏，乃病脏”之说，体现了身心统一的思想。

生理学者历来都认为脑脊髓神经系统的活动是高级的，而植物性神经系统活动则是低级的，后者不受前者支配。美国的米勒(N.E.Miller)和他的同事们以一系列的实验证明，采用工具性条件反射方法通过反馈作用能使动物学会改变内脏活动(如心率与血压等反应)。这一成果已应用于人类，它表明通过训练，意识可以控制或者调节一些内脏器官的活动。[14]这也为我国流传悠久的“气功”提供了科学的说明。在正常情况下，人的心理活动都受意识的支配。

马克思和恩格斯写道：“人们…意识到必须和周围的人们来往，也就是开始意识到人一般地生活在社会中的。这个开始和这个阶段上的社会生活本身一样，带有同样的动物性质；这是纯粹畜群的意识”。[15]列宁也写道：“在人面前是自然之网。本能的人，即野蛮人没有把自己同自然界区分开来，有意识的人则区分开了。”[16]俄国的思想家谢切诺夫写道：“小儿就已经能够在思想上把自己与自己的思想、要求和行动分别

开来，…在比较成熟的年龄时期中，自我感觉转为自我意识。人还能更显著地把自己与自己内部发生的一切分开——由此发生自我分析，自我判断，一般说来，意识到自己是个思想领域中的活动者”。[17]意识是在动物进化史上逐渐发展起来的，高等动物已有了某种程度的畜群意识，因为分析与综合的思维方法“对人和高等动物是完全一样的”。[18]近来心理学的研究也表明，用语言表达的“自我意识”及“自我概念”是人类儿童在社会生活中逐渐形成的。英国女科学家珍妮·古多尔中学毕业后单身进入非洲人迹罕至的丛林中与野生黑猩猩为伍，经历了十几年艰难辛苦的考察，掌握了黑猩猩群居生活的第一手资料，于1971年发表了《在人的阴影中》。她说：“黑猩猩存在着原始的自我意识。”[19]这种原始的自我意识毕竟与人的自我意识是不同的。

科学的研究表明，大约在三十多亿年以前，地球上才开始有生命物质的出现，这是从无机物质逐渐演化而来的。动物及其心理的演化是与神经系统的发展密切联系着的。距今约五十万年的北京猿人，其脑量平均约为一千零五十九毫升，比现代猿类的脑量大一倍半以上。北京人已经知道用火，制成狩猎用的石器工具。因此可以说工具的制造和使用，语言和自我意识乃是人区别于动物的主要特征。

人的意识是“叫作人脑的这样一块特别复杂的物质”（列宁语）的机能．在进化史上，意识这一精神现象乃是物质发展过程中从量变到质变的一个飞跃，是物质到精神的一种转化。我们每一个人既可以看到从物质到精神的转化，也可以看到从精神到物质的转化。列宁写道：“任何一个没有被教授哲学弄糊涂的自然科学家以及任何一个唯物主义者都认为，感觉

的确是意识和外部世界的直接联系，是外部刺激力向意识事实的转化。这种转化每个人都能看到千百万次，而且的确到处都可以看到”。[20]不仅光刺激物或痛刺激物所传达的信息通过相应的神经通路传至大脑而转化为光觉或痛觉的心理意识，而且意识和意志的精神也可以转化为外周神经活动和肌肉收缩以发生行动。瑞典著名的老年神经解剖学家布劳德(A.Brodal)教授于1972年突然中风而患轻瘫，左臂肌肉功能发生障碍。他四十年来养成每天早晨打领结的习惯遭到破坏，轻瘫使他手指不听使唤，做不出精细动作。他决心通过艰苦训练去恢复习惯动作。由于手指已丧失了力量、速度及协调功能，他忍受了极大痛苦，几经挫折，终于恢复了打领结的习惯，使坚强的精神转化为肌肉协调动作的物质力量，并把他的经历写成生动的报道，刊在1973年的«Brain»杂志上。[21]

意识是脑的活动，是精神现象而不是什么实体。把精神与物质作为两种绝对独立的实体，这种说法是不正确的。精神与物质以及物质与精神是相互转化的关系。离开了脑和脑的活动，意识是不存在的。

一个人在社会实践中，通过家庭和社会的教育，并且借助传播知识和信息的媒介如书籍、报刊、电影、电视、无线电广播等工具，逐渐掌握了自然变化的规律以及人与人之间的种种关系，从而产生有目的的、有计划的行动。作为社会的一员，他还受各种社会意识的影响。

语言、文字以及数字、符号等为人所创造信息，乃是人的意识（包括思想感情）的物质载体，具有物质的形式却又载有精神的内容，因此是与普通的自然物质不同的。这种人造信息乃是人的意识活动的产物，也是人的意识所创造的精神财

富。诗歌、小说、图画、建筑、音乐和艺术作品，文化历史的记载，科学的创造发明，数学公式的推导、哲学的理论体系，以至于机器（包括电子计算器在内）和宇宙火箭等等，这一切的一切都是古今中外一个一个的人的意识活动的产物，是以物质载体即语言文字等形式传之于世的。一个人的躯体和脑随着人的死亡而消失，但他的意识活动的产物，如果是有价值的话，可能通过物质载体的作用而永垂不朽。人的意识和意识活动的产物，难道不应成为心理学研究的中心问题吗？

我国历史悠久，文化灿烂，自古以来，无数炎黄子孙，用自己的聪明才智，在文学、艺术、哲学、政治、科学发明等方面，放射出奇光异彩，象巍峨的长城一样永远长传于世。我们就是要通过这些瑰异之士的意识活动的产物，通过他们的著作与发明创造以了解他们的思想感情和美德琦行。也要研究和学习外国杰出人物的意识活动及其产物，以启发我们推陈出新，激励我们努力创造出更加灿烂的精神文明与物质文明，为全人类作出更大的贡献。

［1］ 转引自《外国自然科学摘译》1979年第1期，第151页。
［2］ Watson, J.B., Behavior—An Introduction to Comparative Psychology, Henry Holt, Ch., I, 1914.
［3］ 转引自《外国自然科学摘译》1974年第1期，第65页。
［4］ Josephson, B.D.& Ramachandran, V.S., Consciousness and the Physical World, Pergamon Press, 1980.
［5］ 同［4］。
［6］ 潘菽，《心理学探新》，1(1980)。
［7］ 马克思、恩格斯：《德意志意识形态》，人民出版社1961年版，第124页。
［8］ 同［7］，第19页。
［9］ 同［7］，第20页。
［10］ 恩格斯：《反杜林论》，人民出版社1970年版，第32页。

[11] 《医学生理学和生物物理学》上册，科学出版社1978年版，第411页。
[12] Kalat, J.W., Biological Psychology, ch., 9, Wadsworth Publ. Co., 1980.
[13] Brown, T. S. etal., Physiological Psychology, Academic Press, ch., 13, 1980.
[14] Miller, N., Science, 163, 434—445, 1969.
[15] 同[7]，第25页。
[16] 列宁：《哲学笔记》，人民出版社1956年版，第68页。
[17] 《谢切诺夫选集》，人民卫生出版社1957年版，第390页。
[18] 恩格斯：《自然辩证法》，人民出版社1971年版，第201页。
[19] 珍妮·古多尔：《黑猩猩在召唤》，科学出版社1980年版，第292页。
[20] 列宁：《唯物主义与经验批判主义》，人民出版社1960年版，第37—38页。
[21] Brodal, A., Brain, 96, 675—694, 1973.

从能力的形成看能力和潜在能力

王 志 清

能力问题是心理学研究的专门章节，是个性心理学的重要组成部分。它涉及到能力的形成、发展、结构和测量等多方面的复杂问题。对这一问题的研究涉及到哲学、人类学、遗传学、生理学、语言学和教育学等众多学科。

长期以来，人们在不同哲学观点指导下，借助各种科学成就和方法，并通过广泛的观察和大量的科学实验去研究人的能力，探讨心理的发展理论，解决教育中出现的各种问题，以及选拔、评定各类专业人员和补偿残疾人的能力等。

但是，正如钱学森同志指出的那样，人现在还有许多可以做得更好的，我们还没有把它开发出来，没有作到。就是说，每一个人都是可以变得比现在更聪明一些，就是怎么样能更聪明一些的问题。人体本身存在着潜力，要用科学的方法把它挖掘出来。

显然，探讨人的能力，挖掘人的潜力是具有重要理论意义和广泛实际意义的。纵观有关能力的种种研究，可以看到从能力形成的角度去观察这一问题是颇有裨益的。

谈及能力的形成问题，研究以 A.H. 列昂节夫为代表的苏联心理学观点是较有启发的[1]。这些观点是十月革命后，

苏联心理学家以马克思主义哲学思想为指导，对探讨心理的发展和能力的形成等问题所做的尝试。当然，他们也借用了苏联和世界其他学科的研究成果。例如，其中包括世界著名人类学家、我国裴文中教授对人类学的贡献。

列昂节夫认为，人的能力可以分为两种：第一种是自然的能力，这种能力有其生物学的基础；第二种是人的特有能力，这种能力有其社会—历史的起源。

第一种自然能力如快速形成和分化条件反射的能力、分析声音信号的能力等等，其中很多是人和高等动物所共有的。这种能力与先天素质密切相联，但是并不与素质相同。

素质指的是先天的解剖—生理的特征，主要是神经系统、脑的特性以及感官及运动器官的特性。这些特性仅仅是某种能力发展的条件，是能力形成的基础。但是，素质与自然能力不能等同。例如，不同条件下（如感知剥夺情况下）饲养的动物，感知能力可以有不同的发展结果，尽管它们可以有共同的先天素质。又例如，落入特殊环境的婴儿或遭受虐待的儿童，可以导致他们各种能力的障碍。

第二种人的特有能力和第一种人的自然能力相比，其主要差别在于，这种能力有其另外的起源和完全不同的形成方式。通过对于人的能力的社会—历史发展过程的分析可以明确地看到这一点。

人类学的研究确定，自“现代人”出现后，人的形态发生过程本身停止。就是说，人的进一步发展已不再借助于形态学上的稳固化、淘汰作用和数代人缓慢积累的本质变化的遗传传递。人类已具备了进一步无止境的社会—历史发展过程所必需的一切形态的特点。

图 1 是大猩猩、北京猿人和“现代人”的头骨比较示意图。图中给我们印象最深的是脑壳的额部特征及面骨和头盖骨的比例。大猩猩的脑壳额部非常低斜，面骨远远大于头盖骨。北京猿人的脑壳已有长足的进展。而“现代人”脑壳特征的突出之点正是额部突起，以及头盖骨与面骨的比例发生明显改变。如果比较“现代人”和我们当今人们的头颅，就再也找不到其间的本质差别了（从肢体骨骼的进化发展也可以观察到类似的规律）。

头骨外形的变化基本上反映了头颅脑部内腔的演变（人类学对此是有精确测量的），正是这一点标志了对人类进化有决定意义的脑的发育。

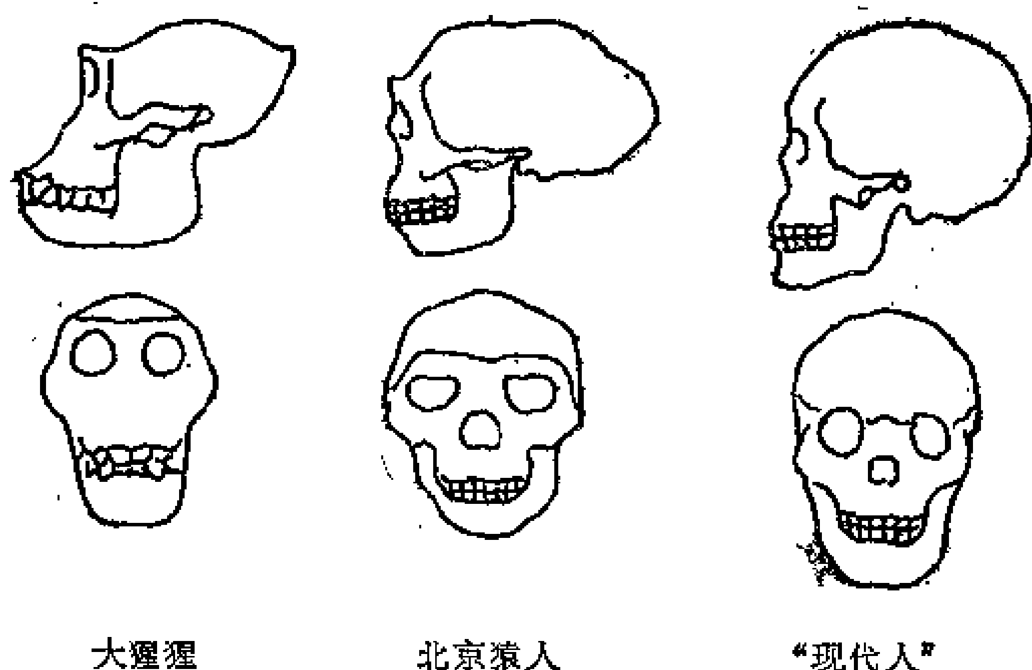


图 1 头骨的比较(引自吴汝康)

显然，生物遗传和变异规律继续起着作用，但是这些规律已停止左右人类和人的历史发展进程。也就是说，发展过程

开始由新的规律——社会—历史发展规律所控制，这些规律扩展到人类社会的发展，同时也扩展到人类社会个体的发展。换言之，与前一时期——人的形成时期相区别，社会—历史规律的作用不再受人的形态发展结果的限制，这些规律得到了自己发挥作用的广阔天地。

这一点是整个问题的中心环节。它意味着：要么与上面所讲相反，人在社会—历史发展过程中所获得的东西（如言语听觉、工具操作或理论思维）在相应的素质形式中稳固并遗传，结果是人们互相间的素质有本质的区别；要么是，虽然人的素质即人的解剖—生理的特性不一样（这也造成了人的自然能力的不同），但是这些素质不聚积，其中不直接包括那些与人特有的历史获得相应的那些能力。因此，这种能力只能按照个体发生的形式，作为后天的重新获得而再现。

第一种理论采用了种种尝试，企图找到科学依据，例如，找出黑人和白人在皮层结构中的组织学差别，或者得出智商和遗传有直接关系。但是，这些尝试是没有结果的，因为这种尝试是科学所不能证实的。

完全相反的理论认为，人类历史发展的继承性不是生物遗传的作用，而是由于产生了仅仅在人类社会中才有的、人类"成就"代代相传的特殊形式。人类的"获得"、人类的"成就"不是在形态学的变化中固定并传给下代，而是固定在客观的、人类活动的产物中，即在工具、语言、科学技术等因素中……。

可以说，人掌握外部世界是这样一种过程，由于这种过程，体现于外部形式的高级的人的能力逐渐成为人的个体的内部的所有物，即人的能力。它是纯粹的新生物，是在个体发展中形成的，而不是遗传的显露和变异。这就是人的能力的

社会一历史起源和社会属性。

但是，人在外部世界面前不是静止的，而是"积极行动的"，他使用人类在社会实践中所创造的工具、运用语言和逻辑……。这一过程有两个要点：

第一、永远是起自于主体的积极过程。为了掌握人类活动的产物，个体就要实行一种活动，这种活动要与体现在产物中的活动相符合。这一点不仅体现在诸如操作工具一类的物质活动中，同样也体现在运用词和概念这样的观念现象的活动中。锤子对于今天的人们来说，已是极其简单的工具。但是，它是人类在漫长的劳动活动中，由用石头敲击开始，逐渐制成和改进的工具，锤子头和手柄中都饱含了人类劳动活动的逻辑……。如果我们认真地观察，则不难发现，不只是儿童，即或是成人，在不同情况下使用不同种类的锤子也并不都能得心应手。简单的道理就在于儿童（或成人）使用锤子的操作活动并没有完全与体现在锤子这一产物中的活动规律相符合。再比如概念的问题，幼儿在没有形成一定的抽象、概括的思维活动能力时，不能按照物体的属性归类，因此，也不能运用相应的词。幼儿可以按照直观形象或情景把桌子、椅子和四条腿的玩具小狗分为一类，他没有家具的概念；而脱离了实物，他们也没有"1、2、3、……"等抽象的数概念。儿童要掌握人类思维活动的产物一词、概念，就必须实现与体现在词、概念这些观念产物中相符合的抽象、概括等思维活动。

第二、这一过程不是仅仅起自于所谓的"物质结果的方面，而是首先起自于它的形式的"效果。也就是建立新的活动继续发展的前提、新的能力和机能的过程。比如，儿童第一次掌握了某种工具，就意味着，在儿童的活动过程中形成了实现

工具操作的能力。但是，儿童的这种操作不可能在工具本身的影响下形成，他们同物质世界的关系要通过与成人的关系间接地得以实现，通过与成人的交往、教学，建立儿童新生成的操作工具的能力。

除去上述的起源和形成方式的不同以外，人的特有能力同素质和自然能力的相互关系之中，还应指出如下的一点：即素质和自然能力组成人的特有能力发展的条件，但是它们完全决定不了后者的内容。比如，语言听觉必须具备一定的素质，但是儿童形成不形成专门的分析声音音色的能力，并不由素质决定，而要决定于儿童掌握的语言的特性。素质的作用仅仅是制约某些个体形成能力的进程和最终产物的特点。

众所周知的系统补偿的巨大可能性是说明上述这种关系的典型事例。就是说，同样一种能力，可以有不同的各种素质和与其相应的自然能力的合理搭配作为其自然基础。

那么，人后天形成的特有能力的基础和具体机制是什么呢？

对这一问题的原则的回答是，在人形成活动的过程中，同时还形成了能够实现这种活动机能的脑器官。这种器官不是形态器官，而是稳定的反射联合组织系统，它们具有新的特殊机能。

虽然高级动物已有在后天形成机能脑器官的可能性，然而只是在人那里，这些器官才首次成为实现了的、真正的新生物，它们的形成是个体发展的最重要的条件。

基于上述理论论述，列昂节夫及其同事对人的特有能力及其结构进行了一组饶有兴趣的实验室研究[2][3][4][5]。

人生活在人类创造的声音的世界里——音乐的世界、有

声语言的世界，因此，形成了分析人类声音世界的特征的能力。其中，音乐听觉能力是重要方面。列昂节夫正是选择了音乐能力形成中决定性成分——分出基本音高的能力为其主要实验内容。

从语言听觉的研究得知，区分音高对于音色语言的知觉是无关紧要的，甚至区分音高和区分音色处于相对立的关系。对于知觉音色的语言，正好需要丢开基本音高；而知觉声音的基本音高正相反，需要丢开声音的音色特点。

这里，有必要对有关音色和音高语言的问题稍加解释。所谓音色是指人在听觉上区别具有同样响度和音调的两个声音所以不同的属性，比如响度和音调相同的不同乐器的声音之间的差别在于音色的不同。音色主要由刺激频谱决定，并与波形、声压和刺激频谱的频率位置有关。所谓音调是指听觉判断声音高低的属性，主要依赖于声音的频率，也同声压和波形有关。心理学中所谓的音色语言和音高语言（或叫音调语言）是指在某种语言的知觉中，音高或音色是主要因素而言。汉语被人称为音调语言，主要是汉语中有四声音调的特征。比如汉语拼音“shu”，可以按不同音调读出四组（书、熟、鼠、树等）五十七个不同意义的汉字。这里，音调差异在汉语知觉中的重要作用是显而易见的。相反在音色语言的知觉中，如英文的“book”一词，用不同音调（比如汉语的四声）发音是无关紧要的（当然，可以构成句子的不同语气）。俄语也被认为是音色语言。

列昂节夫及其同事的第一部分实验是测定差别音高感受阈。测定中采用了两种方法：第一种是区分不同音高的普通方法；第二种方法是按音高比较不同音色的声音。为此，采用

了人工的声音——不同音高的俄文字母"u"和"y"的声音，以区别不同音色的音高。

对一百名母语为俄语的成人被试的测定分出两组不同结果。

第一组为低差别阈组。不论用普通方法，还是用人工的不同音色声音的测定，都得到较好的结果。据了解，这一组的被试都有过学习音乐或唱歌的经历。

第二组被试用普通方法测定差别音高感受阈为中等结果，但是，他们完全不能区分不同音色（即人工"u"与"y"）声音的音高，差别阈很高。而且有趣的是，不管朝哪个方向改变声音的高度，被试总把"u"知觉为高于"y"，认为"u"就是高。被试中有百分之三十的人区分基本音高的能力完全没有形成。列昂节夫及其同事称这种人为"音高聋"。

这些人实际上利用了组成他们语言听觉基础的音色听觉，即靠音高变化所伴随的、客观的微音色的变化去定向，从而区分了用一般方法测定的音高。可以设想，这些人出生后，快速发展的语言听觉超过了音高听觉的形成，并且开始补偿音高听觉，而且进一步影响了音高听觉的发展。

为了验证上述设想，用同样方法测定了母语为非音色语言的被试，结果发现，其中无一人为"音高聋"。

下一步的专门实验是用一般方法对"音高聋"进行区分音高的训练。结果表明，直接的感知训练有一定进展，但是训练的结果没有扩展到对其他音色声音音高的区分，即所要求形成的能力没有达到。

继之，采用了另外的训练方法——重新建立被试缺乏的音高听觉的机能系统。

为此，首先想办法不让听觉过程中边缘效应环节和这一系统中相应的中枢运动成分活动，而让声带活动。为达到这一目的，要求被试有控制地按耳机中所给予的音高调校自己的声音（唱出的声音），而不是去区别听到的声音。经过训练，得到下面的主要结果：

第一、被试的音高差别阈骤然下降；

第二、向其他音色声音的转移现象，被试可以区别不同音色声音的音高；

第三、大声唱出被比较的声音的行为自然地让位于默唱；这种默唱表明形成了内部思想的音乐表象。

上述结果表明，在实验室精确记录和测量的条件下，形成了真正的新产物——被试的新能力。这种能力的基础是一种稳定的反射联合，是分析复杂的不同音色声音音高的机能器官。

进而，又做了建立自发所不能形成的能力的实验——置换机能系统中的一般运动环节，要求被试以手的肌肉的紧张度的变化代替唱出需要区分的声音。肌肉紧张度在仪器设备帮助下，人为地与声音频率联系在一起。结果成功地建立了这种人为的对基本音高的分析机制。

这一组实验室研究除去它在理论上阐明的问题外，是有直接实践意义的。

以上，介绍了列昂节夫关于能力形成的论述和实验。下面，引用O.И.斯科罗霍多娃能力补偿的事例和角田忠信关于母语对脑功能结构影响的发现，也是很有参考价值的。

O.И.斯科罗霍多娃五岁时由于疾患完全丧失视觉，且左耳全聋，九岁右耳也丧失听力，直至失去平衡感觉而不能行

动。

在著名缺陷教育家И.А.索科良斯基的亲自主持下，首先建立了斯科罗霍多娃与周围物质环境的直接和最大限度的准确关系，形成对这一环境的直接掌握，以战胜空间和时间定向的障碍。

斯科罗霍多娃用触觉、嗅觉、温度及振动等她的正常感觉去认识世界和进行自我观察。在此基础上才开始了有声语言的教学和全面的智力发展。

斯科罗霍多娃的事例说明，人的补偿过程是复杂的，是生物现象和社会现象的综合体。因此，如果仅限于研究生理方面，就不能理解这些过程。补偿概念本身，作为机体对外界条件的适应性，在用于人的时候，需要做一系列的修正。人的补偿现象决定于补偿现象的内容和条件，决定于人在社会劳动过程中利用言语同其他人发生的社会关系[6]。

作为自然基础，斯科罗霍多娃的高级心理机能的恢复和发展正是各种素质和与其相应的自然能力的重新合理搭配。

角田忠信关于母语对脑功能结构发展的影响的发现是在声音知觉的测定中得到的。他在用听觉延缓反馈方法测定大脑对不同声音知觉的机能定位时观察到，由于使用不同母语，致使大脑两半球机能定位有所差异：元音听觉大脑机能定位于左半球的日本型和元音听觉大脑机能定位于右半球的西方型。

测定表明，在日本土生土长的日本人，其元音听觉机能定位于左半球，为日本型；在日本出生的美国人和朝鲜人，其元音机能定位也为日本型。相反，在日本移民的被试中，八岁前使用其他母语的人，元音机能定位为西方型；九岁前使用日语

的人，其元音机能定位仍为日本性。

因此，角田忠信认为，不是遗传因素，而是由于日语教育而后天获得母音优势差别，从而造成脑功能结构上的变化。角田忠信的发现也有力地说明了同一个道理，即人的特有能力的社会起源及其特殊的形成方式。

最后，这里引用鲁利亚的有关论述来结束本文，特别是在对能力和潜力以及其他人的心理活动的理解中，如何唯物辩证地看待社会的和生物的因素及其相互作用，以及它们最终在人的个体上的体现是非常适宜的。

“起源于社会，结构极其复杂……的高级心理过程迫使脑按新的方式活动，导致新质机能系统的产生。”“神经系统的巨大潜力要在社会环境的影响下和教育的作用下，进行机能系统的建立和形态学的再造。”[7]

[1] А. Н. Леонтьев О формировании способностей. «Вопросы психологии»№ 1.1960.
[2] Ю. Б. Гиппенрейтер К методике измерения звуковысотной чувствительности. «Доклады АПН РСФСР»№ 4. 1957.
[3] А.Н.Леонтьев и Ю. Б. Гиппенрейтер Влияние родного языка на формирование слуха «Доклады АПН РСФСР» № 2.1959.
[4] О. В. Овчинникова К вопросу о сенсорной тренировке слуха «Доклады АПН РСФСР» № 1.1959.
[5] О. В. Овчинникова Тренировка слуха по моторной методике «Доклады АПН РСФСР» № 2.1959.
[6] О. И. Скороходова Как я воспринимаю и представляю окружающий мир 1954.м.
[7] А.Р.Лурия Основы нейропсихологии.

论形象思维的普遍性

王　　南

现代科学技术与文化艺术的发展向哲学家们提出了许多新的课题。人类思维活动中的妙景奇观至今仍有许多不解之谜。各方面的研究者正在从不同的角度对此进行探索。一枝绚丽的思维科学之花即将在人类知识的高峰上崭露奇艳。

我国著名科学家钱学森最近几年连续发表文章和讲话，对于建立思维科学问题提出了许多宝贵意见。他认为形象思维与抽象思维都是科学研究中不可缺少的思维手段；我们以前对抽象思维研究较多，面对形象思维则缺少认识，以致用电子计算机来处理各种理论问题时势如破竹，而用它来处理图象领域中的大量问题时却步履艰难。他还明确指出，形象思维学应是思维科学中三大基础科学之一，必须给以足够的重视[1]。这些意见在我国学术界引起了强烈反响。

要研究形象思维学，就应该首先考察一下形象思维有没有普遍性的问题。但是，国内外学术界许多人对此尚持否定态度。他们不承认形象思维的存在，或者不承认它的普遍存在。面我们以前关于形象思维的讨论则常只局限于美学范围之内。许多人认为形象思维只是艺术家们在创作过程中所使用的一种独特的思维方式，而与常人无关。我想提供一些思

维活动的实例，对形象思维的普遍性问题做一些初步的调查分析，以期引起人们对思维科学这个新领域的关注和思索。

一、对两个传统理论的质疑

许多年来，在一些学术著作中存在着一个广为流传的理论。它认为人类只有通过抽象思维方式才能把握事物的本质，认识客观真理；世界上只存在一个单一的抽象思维方式，再没有其他思维方式可言。这种单一思维论的观点是人们十分熟悉的。许多哲学、逻辑学、心理学教材就是这样讲的。尽管大家对形象思维问题已经进行了旷日持久的讨论，但是在新近出版的系统的哲学论著中仍然无法找到"形象思维"这一概念的踪影。比如，李达主编的《唯物辩证法大纲》写道："没有语言，概念就不能产生，思维活动就不能进行。"[2]"离开了概念、科学的认识是不可能的。"[3]又如伍棠棣等主编的全国师范院校教材《心理学》中写道："一切掌握了语言的人都是用语言来思考问题的。"[4]这里所说的离开了语言与概念就不能进行科学认识的理论，正是否定了形象思维（非语言思维）的存在。这也就是说，抽象思维（语言思维、概念思维）是科学认识的唯一途径。这种观点在我们学术界是很有代表性的。

当然，抽象思维是人类智力与神经系统发展到高级阶段的产物。它是我们透过现象认识事物本质的重要手段。人类智慧的最高结晶——辩证唯物主义与历史唯物主义以及自然科学研究中的一切宝贵成果都包含有抽象思维的功勋。因此，当我们现在来探讨形象思维问题时，丝毫不意味着要抹杀或贬低抽象思维的价值。我们认为，抽象思维是人类思维的重要

手段，而不是唯一模式。分歧只在于此。

另一个传统的理论是：科学家使用抽象思维，艺术家使用形象思维，他们各有一套独特的思维方式。比如，别林斯基说："哲学家用三段论式说话，诗人则以形象和图画说话。然而他们说的却是同一件事。"[5]普列汉诺夫以赞同的语气重申了上述观点。他在一篇专论中指出："车尔尼雪夫斯基完全没有把艺术与科学'等同起来'。作为一个熟悉黑格尔美学的人，他象别林斯基一样非常清楚地了解，科学家借助于逻辑论证来表述自己的思想，而艺术家则在形象上体现自己的思想。"[6]这一段话同时提到了四位最卓越的美学家（包括他本人）的意见。他们一致认为：科学家使用抽象思维，艺术家使用形象思维；他们的思维方式是完全不相同的。

这种见解已经流行了一百多年，至今仍为许多美学家所赞同。不过，当我们用人类的思维实践对此进行检验时，却惊奇地发现，这种理论同人类的思维实践相比较，二者之间仍有一段不小的距离。大量的事实说明，不仅艺术家要使用形象思维，而且科学家、哲学家、设计师等等都不可能同这种思维方式绝缘。

一位建筑工程师，当他正在设计一幢新楼时，他的大脑屏幕上陈列着各种新型楼房的生动形象。他对此进行千百次分析与比较，然后，去粗取精、含英咀华。他将这些形象进行分析、筛选和重新组合，并加上自己的一些独特设计，便形成了一幢新楼的蓝图。其他产品的设计也多半是如此进行的。这使我们想起作家在创造典型时，总是把众的形象熔铸于一人之身的。鲁迅、高尔基和巴尔扎克都曾直陈过这种经验。由此可见，科学家与艺术家并非各有一套思维模式。当他们进行创造活

动时，都必须使用生动的形象来思维，而不可能仅仅在抽象的概念与理论世界中周旋。

对于建筑师的这种思维特点，马克思曾经做过生动的论述。他说："最蹩脚的建筑师从一开始就比最灵巧的蜜蜂高明的地方，是他在用蜂蜡建筑蜂房以前，已经在自己的头脑中把它建成了。劳动过程结束时得到的结果，在这个过程开始时就已经在劳动者的表象中存在着，即已经观念地存在着。"[7]建筑师如何在自己的头脑中建造房屋呢？他所用的材料，不是蜂蜡，不是砖瓦，更不是抽象概念或理论，而是一些具体的形象。这些形象以及借此而创造出来的新形象在他的头脑中"观念地存在着"。这种情况完全不同于理论研究中的抽象思维的模式，而正是形象思维的写照。

在房屋、舰艇及其他工业产品的设计中，当然也需要科学的理论与数据，这都是一些抽象的材料。不过，这些理论和数据最终都必须体现在一定的具体材料和形象之中，才能变成物质的力量。因此，如果让建筑师离开具体形象来设计房屋的形象，这将比缘木求鱼更为荒唐可笑。

由此举一反三，我们可以肯定地指出，世界上任何一种有形实体的发明创造、技术革新、工程设计都不可能在纯粹的抽象思维中完成，而必须有形象思维参与其中。人类思维实践中有大量的事实无法用上述那两个传统理论来加以说明，而且是同它们相矛盾的。关于这一点，我们还要作进一步的讨论。

二、形象思维的普遍性

大量事实证明，形象思维并非是什么子虚乌有之物，而是

普遍存在的一种思维方式。艺术家在创作中使用思维的情况，已有许多人作了详细而正确的论述。可是，人们在其他各种实践中要不要使用这种思维方式呢？大家对此讨论甚少。然而答案却是十分肯定的。

我们首先应该考察一下艺术欣赏中的情况。艺术欣赏是广大人民群众普遍参加的一种实践活动。这时的思维方式又是什么样子的呢？主要的也是形象思维。水墨画《十月的螃蟹》，寥寥数笔，浓墨淡染，人们却能够从中看出赫然四凶的可耻下场。维纳斯雕像，芳臂断缺，双目无瞳，但在欣赏者的心目中，这些部分均得到了完美的补偿。在京剧舞台上，许多景物都是以虚代实的，观众们却能够透过一个动作、一个眼神儿，想象出山、川、楼、阁的存在。所有这一切，如果不是依靠欣赏者的想象、联想、感情共鸣之类的形象思维活动，如何能够实现？因此我们可以断言，无论是哲学家、逻辑学家或者是最坚决的反形象思维者，当他们去欣赏诗歌、交响乐或舞蹈艺术时，都决不能单纯地使用抽象思维，而必须换一副脑筋。

既然艺术欣赏是广大人民群众共同参加的实践活动，欣赏中又必须使用形象思维，因此，我们完全可以据此推导出如下的结论："形象思维，人皆有之。"这个结论任何人都可以用自己的实践经验来加以证实。

在工人、农民的生产实践中，同样也不能低估形象思维的作用。当一个保全工查找一台机器发生故障的原因时，他可以抛开大量与此无关的零件及其作用，而把注意力有选择地牢牢盯住几个可疑部件的微小变异，听其声、观其形，细查其运动中的异常情况，然后与早已存贮在记忆中的正常情况作比较，逐渐作出准确的判断。而逻辑学上的诸多公式在这里

却常常是无济于事的。

车工生产时，必须随时紧紧注视着车床、工件、刀具等具体事物的具体形象，对每一个微小的异常动作倍加小心，他要随时在大脑中运用这些形象材料进行分析、比较、判断，作出机敏的反应。农民必须时刻观察并思考着农田作物的长势、变异以及气象、虫情、水土等等的变化。这方面的许多微小变化根本无法用现有的概念或词语来表述。他们都是用这些形象本身以及略经加工提炼了的形象来思维的。如果单纯使用抽象思维方式来参加工农业生产，那将连任何一个小动作都无法完成。

乒乓球运动健儿每一分钟内要对飞来的几十个怪球进行分析、概括，并要对自己击球的角度、转速、弧线、落点等等作出决策并付之行动。每一分钟内，他要处理成千上万个信息。这些信息都是无法用概念或语言来表达的，因而也无法用抽象方式来思维。他们也必须使用带有另一种特点的形象思维方式来逐鹿称雄。

战争中的情况亦然。当一个司令员正在指挥一场战斗时，仅仅使用一些正确的概念、数据和军事理论来思维是决不能取胜的。这些抽象性的材料是十分重要的，但却是不够的。这时，司令员的头脑中必须要有一个小小的"战场"，既布满了千军万马，又排列着重炮坦克，上有飞机轰鸣，下有枪林弹雨。他的雄韬妙略正是在一些抽象材料和这些形象材料的互相结合中取得的。

数学是一门极其抽象的科学。但是列宁说："甚至在数学上也是需要幻想的，甚至没有它就不可能发明微积分。"[8]拓扑学是数学的一个分支，其中有一个著名的难题，即"四色猜

想”。它断定：任何一张最复杂的地图，只用四种颜色即可把图上的许多地区间隔开来。为了证明或反驳这个猜想，各国数学家绞尽了脑汁。他们在试解这个难题时，必然要使自己思维在各种最复杂的地图上往返驰骋，他们必定要用一些图形来思维。图论中和几何学中的许多问题都与图形有关，要想完全离开一定的图象，而仅仅使用概念和数字来进行运算和证明，也是决不能胜任的。

电，在十八世纪以前，一直被看作是神灵或妖魔一般的东西。后来，富兰克林根据前人的研究成果和自己的天才发现，把它设想成象水一样的“电流体”。就这样，许多电学现象便立刻获得了科学的说明，为后来的人们研究利用电能开辟了新路。可是，科学家富兰克林又是如何获得这一伟大发现的呢？他是把电的运动和传递的大量实例在头脑中进行演示和分析，并又与液体流动现象进行比较之后才认识到电的这种特征的。所有这些研究都不可能仅仅在抽象概念和现成理论中来完成，而必须使用一部分生动的形象材料来进行。富兰克林是如此，后来的电学研究者在考察电的运动问题时也是如此。

李四光教授对我国地质构造的研究做出了卓越贡献。他所能直接看到的仅仅是一些化石、岩心和各种零星的地表形象。但是，他的内视觉却能够清楚地看到活着的恐龙、奔跑中的剑齿象和千万种早已灭绝了的古代生物。他驾起形象思维的神翼，就可以遨游于千古之遥、万仞之深，洞观地下奇景，尽窥几十万年间地壳演变的奥秘。如果他只用抽象方式来思维，并且严守“同一律”等等的固定格式，又会出现何种结果呢？

近代生物学的先驱者达尔文的科研道路是从参加贝克尔

号军舰的环球航行开始的。在五年之久的旅程中，他爬高山，过丛林，挖掘古生物化石，搜集大量生物标本。他认真地对这些形象进行分析、观察、比较、研究，并又用生动的想象来复现这些古生物的原形。生物学家仔细观察研究生物形象的活动并不限于感性认识阶段，而是贯穿在他的全部认识过程的始末的。甚至在他已经发现了一些演化规律之后，仍然需要反复地用大量生物的具体形象来加以验证，逐渐修正和提高认识水平。如果说可以完全脱离生物的具体形象来研究生物学，或者说仅仅在感性认识阶段才需要研究具体形象，那都是不可思议的。

哲学是抽象思维的最高宫殿。难道在这里也能容许形象思维来充当它的使臣吗？的确是这样的。尽管许多哲学家尚且不肯承认这一点，然而，实际上，哲学家们虽然主要地是使用抽象思维来思考的，却并不只限于此。恩格斯的《英国工人阶级状况》一书是一部划时代的理论著作，不过，这里却生动地陈述着英国工人们大量的活生生的惊心动魄的悲惨事实，简直象一部报告文学。在毛泽东的《湖南农民运动考察报告》中，各阶级人物嬉笑怒骂，绘形绘声，翻身农民在地主小姐牙床上翻滚庆幸之类的细节描写活灵活现。中外文化史上还留下了许多哲理诗、政治抒情诗、哲理寓言，诚不知其为哲学著作抑或文学著作！难道撰写这些作品的哲学家们是仅仅使用抽象思维来思考的吗？

马克思是抽象思维的泰斗，又是形象思维的大师。青年马克思撰写了许多辛辣的讽刺诗与优美的抒情诗，而且还写了小说《蝎子与菲利克斯》。在青少年时代，海涅与莎士比亚远比黑格尔或费尔巴哈更多地占据着他的头脑。他后来写成

的《资本论》，其中仅插入的文学故事、文学引语就有三千多个。不少人认为，这部哲学与政治经济学方面的宏篇巨著几乎可以当作暴露资本主义社会黑暗本质的长篇小说来读。这正是它的卓有才华的作者善于兼用两种思维的结果。

大量事实足以说明，两种思维方式之间并没有一块绝缘的屏蔽。如果说艺术家与哲学家各有一套不同的天赋，各有一个独特的头脑，那是不可置信的。

科研、设计、生产、竞技和艺术创作中的形象思维活动并不完全相同。但在"用形象来思维"这一点上它们却是有共性的。在上述这个术语中，后三字表明了它不同于感性认识，前三字表明了它有别于抽象思维。因此，它需要有一个特定的名称，应以"形象思维"名之，并应在认识论和思维科学中承认它的存在，为它确立一个适当的位置。

当然，本文的目的并不只是想要证明科学家、哲学家也需要使用形象思维，而是想要指出一个事实：形象思维乃是各行各业的人们普遍使用的一种思维方式。

画家画竹，要胸有成竹。作家写小说，心中要有人欢马叫。工程师设计飞机，头脑中要有群燕展翅。生物学家研究生物学，心灵中要有一个"动物园"。他们在感性和理性认识过程中都必须使用一些形象思维，并且与抽象思维珠联璧合，相辅相成。这种情况可以充分说明，形象思维并非不存在，也并非艺术家的专利品，而是普遍存在于人类各种实践之中的。

三、脑科学方面的启示

按照钱学森的意见，人类的思维形式有三种，即形象思

维、抽象思维与灵感思维。灵感思维中的问题，大家刚刚开始探索，其中有许多知识的瑰宝正象悬崖上的灵芝草一样期待着有志之士的光临。这里先讨论一下形象思维与抽象思维方面的问题。

人类来自一般动物，这已是个普遍常识问题。可是，一般动物有没有思维呢？如果有的话，那又是一种什么样的思维呢？大家都知道，猴子、警犬、狗熊等许多高级动物可以识辨方向，领会人的意图，学会指定的动作。它们甚至能够进行杂技表演，比演员的动作更加灵活而娴熟，有的还能够“算算术”，使用简单的工具。美国一位科学家对一只名叫华秀的大猩猩进行训练，它已能够掌握二百四十个手势符号，并能将它们组成简单语句。大量的情况表明，一部分动物也能够对外界信息进行分析、识辨，作出正确的判断，它们也有一些简单的思维能力。恩格斯在《自然辩证法》中曾指出：“整个悟性活动，即归纳、演绎以及抽象……对未知对象的分析……以及作为二者的综合的实验……是我们和动物所共有的。……它们只是在程度上……不同而已。”

但是，动物的思维又是如何进行的呢？它们没有语言，因而不可能运用概念思维(即抽象思维)。它们只有可能使用形象材料来思维。这是一种低级的形象思维。

进而言之，人类脱离了一般动物界之后，并不可能在第一个早晨就创造出了语言。语言的创造只有在人类进入稍高级阶段之后才有可能。在脱离了一般动物界又尚未创造出语言之前这几十万年或几百万年中，人类也只能象动物一样仅仅使用形象思维。现在的千百万聋哑人和语龄前的幼儿也是如此。

由此可以得出以下一些结论：

1．用形象是可以思维的，形象思维是早就存在的，它完全有可能认识客观事物的本质。

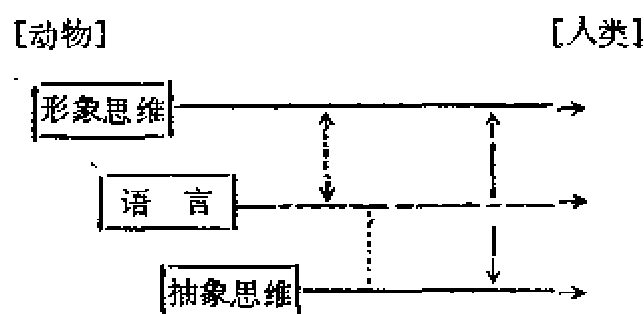
2．形象思维是一切高等生物所共有的，人类的祖先以及现在的聋哑人和语龄前的幼儿都是仅仅使用形象来进行思维的。

3．人类祖先的神经机制是与形象思维相适应的。人类在后来的发展中不可能抛弃掉这种能力与机制，而只可能把它们发展到更高的水平。

前几年，我们讨论过思维与语言孰先孰后的问题。有的同志坚信，二者是同时产生的。然而这种观点却难令人信服。最主要的事实是，语言的创造不是一个简单的事情，它不可能在人类还没有思维能力的条件下被创造出来。而思维的最早出现却并不依赖于语言。早在高等动物阶段，就已经出现了低级的思维。那种思维正是形象思维的原始形态。

思维与语言的发展大体上是同步前进的，二者互相促进，互相推动。不过，总的看来，语言的出现要晚于思维的出现，而抽象思维的出现又远远地晚于语言的出现。最初的语言，十分简单，只是叫唤声的变形而已。它仅仅可以充当交际手段。只有到了语言发展得更加完善一些，人类的形象思维也发展到了更高的阶段之后，语言才能进而成为人们的思维工具。只有在这时，抽象思维（或称语言思维、概念思维）才逐步发展起来。而形象思维也并没有因此而退化，而是日益发展到了更高的阶段。

如果将两种思维与语言的发展顺序作一简单的图示，那就是：



幼儿思维发展的情况是人类思维发展历史的重演。对于一个幼儿来说，他也是先有形象思维，然后学会了语言，再后才出现了抽象思维。如果否认形象思维的存在，就无法解释语龄前儿童的思维活动，更无法解释语龄前人类的思维活动，以及聋哑人的思维活动。

现代心理学理论中有一个决定论原理，其基本内容是：人类的一切精神活动都是由一定的生理机能所决定的，精神与肉体是互相统一的。这就是说，形象思维之存在与否，也应该从人类的生理机能方面找到说明。

对人类思维活动的生理机制的研究，现在才刚刚开始。要不然，现在的争论也就没有必要了。不过，已知的几点情况也是很能说明问题的。首先，既然一般动物、语龄前的人类、语龄前的幼儿、聋哑人都能进行不同程度的思维，而这种思维又绝对不可能是概念思维，只可能是形象思维，这就从事实上说明了，在人类的祖先和人类本身的机体中必然存在着与此相适应的生理条件。

其次，按照现代脑科学研究的最新成果，人的大脑左右两半球各有不同的功能。左半球是语言中枢，主管语言和抽象思维；右半球则主管音乐、绘画等形象思维材料的综合活动；二者互相配合，相辅相成。两个脑半球之间有两亿条排列得

很规则的神经纤维，每秒钟之内可以在两半球之间往返传输四十亿个神经冲动，共同完成思维活动。因而，人们很难觉察出两半球的分工。不久前，科学家们对动物和人进行了“隔裂脑”的研究，全部切断了两半球之间的神经纤维。这一研究获得了许多宝贵启示。美国加利福尼亚理工学院的斯佩里教授因此而获得了1981年的诺贝尔奖金。这项研究表明，没有左半球语言中枢的配合，右半球也可以进行相当独立的学习、记忆和思维活动。这种思维只可能是在形象材料上进行的。由此可以看出，人的大脑右半球正是形象思维活动的神经中枢。这些研究成果为形象思维理论提供了坚实的科学依据。

四、形象思维的特征

抽象思维与形象思维是人类理性认识中的两种不同方式。它们都是在感性认识的基础上开始的，但在继续前进时却走上了不同的途径。抽象思维是对事物的间接的、概括的认识。它用抽象的方式进行概括，并用抽象材料(概念、理论、数字等)进行思维。形象思维则主要用典型化的方式进行概括，并用形象材料来思维。虽然二者所取的方式不同，但都可以认识事物的本质。而在大多数情况下，它们是结合为用的，扬长避短，各显其能，共同探究事物的奥秘。

什么是两种思维的根本区别呢？它们的根本区别在于：抽象思维，它的思维材料(载体)是一些抽象的概念和理论，对抽象思维而言，“概念是思维的细胞”；而形象思维则不然，它是用形象来思维的，也可以说，形象思维是以形象为细胞的。这就是两者的根本区别。

人们的感性认识(感觉、知觉、表象)必须建立在感性材料上。大家对此是没有异议的。问题在于：用形象材料能否进行理性认识(判断、推理)？或者说，在理性认识中能否容许形象材料参与其中？单一思维论者对此给予了否定的答案。我们则主张对否定加以否定。

一些同志认为，形象思维只不过是一种直观的认识，因而只能是一种感性认识。实际上，在形象思维过程中，作为思维材料的形象已不是原始形象，而是经过加工改造了的形象。建筑设计师头脑中的形象，是体现了许多新颖构思的未来建筑物的蓝图。鲁迅头脑中的阿Q是千万个同类人物的典型概括。化学家头脑中的苯分子形象是经过科学概括而形成的六角形苯环。我国历代人民心目中的牛郎织女的形象是饱尝人间悲欢离合之苦的一对情侣的倩影，如此等等。这些都已不是客观事物本身的直观形象，而是加工改造了的形象。人们根据客观事物的特点和认识目的，对这些形象材料进行各种形式的加工，使之愈来愈能显现事物的本质。

必须指出，形象思维来自感性认识，却又不同于感性认识。它之所以高于感性认识，而不同于抽象思维者，是因为它所使用的思维材料具有以下四个特征：

1. 形象性。形象材料的最主要特征是形象性，亦即具体性、直观性。这同抽象思维所使用的概念、理论、数字等等是显然不同的。

2. 概括性。这时的思维材料并不是原始的感性材料，而是经过一定程度加工了的东西。理性认识的目的是要探究事物的本质，因此，这种认识不能停留在个别事物的表面现象上，而必须运用概括的方法来把握同类事物的共同特征。抽

象思维用概念进行概括，形象思维则是用典型形象或概括性的形象来完成这一使命的。鲁迅笔下的"狂人"是千万个同类人物的概括。《报春花》中的白洁也是集众美于一身的。科学研究中广泛使用的抽样试验、典型病例分析、种试验田等方法具有概括性和形象性的特点。各种科学模型、几何图、设计图以及其他各种科学图象、图表等，也兼有形象性与概括性的特点。这同直观的感性认识是迥然不同的。同时，这种概括又完全不同于抽象的概括，而是形象的概括。

3．创造性。创造性思维所使用的思维材料和思维产品绝大部分都是加工改造过或重新创造出来的形象。艺术家构思人物形象时和科学家设计新产品时的思维材料都具有这样的特点。马克思所说的在头脑中建造房屋，这也正是创造性的形象。既然一切有形物体的创新与改造，一般都表现在形象的变革上，那么设计者在进行这种构思时就必须对思维中的形象加以创造或改造。这也是不证自明的。不仅在创造一个新事物时如此，而且在用形象思维方式来认识一个现有事物时也不例外。亚里士多德通过月牙上的弧形阴影联想到地球可能是圆形的。在这个认识活动中，他是将这个弧形阴影加以延伸和改造，用一个想象中的球形物填补于其中而天衣无缝，然后才获得这一天才预见的。科学家卢瑟福在研究原子内部的结构时，也需要对思维中的形象加以改造。1911年，他根据粒子散射实验，设想出原子内部象是一个微观的太阳系。原子核雄踞中心，诸电子则在各自的特定轨道上运行，如群星之绕日。这便产生了著名的原子行星模型。科学家思维中的这种形象既有概括性，又有创造性。正是这种形象反映了原子结构的本质。其他许多类似的认识活动，也都不同程

度地在思维中的形象上体现了一定的创造性。

4．运动性。形象思维作为一种理性认识，它的思维材料不是静止的、孤立的、不变的。这也是它区别于感性认识的一个重要特征。作家构思一部作品时，他要同他的主人公们一起战斗，一起说笑。科学家设计一艘游艇时，各种零部件要在思维中进行千百次组合，想象中的新型游艇要在思维中游弋飞驶。生物学家进行研究时，各种不同历史时期的鸟兽虫鱼会一起奔驰于脑底，喧闹异常。唯其如此，研究者才能够对这些形象进行深入的研究分析，获取所需的宝贵知识。

这些特征使形象思维具有了明显的理性性质。这正是感性认识所不可比拟的。

由此可见，思维材料的形象性把形象思维与抽象思维区别了开来，而另外这三个特征又使它跨出了感性认识的范围。这就是形象思维既不同于抽象思维又不同于感性认识的关键之所在。

有些同志囿于单一思维论的先入之见，便简单地断言，形象思维不能概括、不能形成理性认识，无法认识事物的本质。这种见解虽然广泛流行，却未必是正确的。

以货币为例，经济学家用抽象思维方式可以深刻地认识到它的积极与消极的意义，而艺术家莎士比亚则用形象思维方式对货币作了如下的概括与判断。他说：

> 这东西，只这一点点儿，
> 就可以使黑的变成白的，丑的变成美的；
> 错的变成对的，卑贱变成尊贵，
> 老人变成少年，懦夫变成勇士。

这种分析是用生动的形象来进行的。马克思在引述了这

些诗句之后指出："莎士比亚把货币的本质描绘得十分出色。"[9]马克思的这个評

有所偏重罢了。在以形象思维为主的情况下，也会有抽象思维的襄助，反之，也是一样。

认真探讨形象思维的普遍性问题在理论和实践上都具有十分重要的意义。几百年以前，前辈哲学家为我们揭示了抽象思维的存在及其普遍性，由此而推动了这方面的研究，产生了形式逻辑、辩证逻辑、数理逻辑等一系列科学成果，大大推动了社会科学和自然科学的全面发展。但是，关于形象思维问题，至今仍未引起足够的重视。如果通过探索与讨论，我们承认了这种思维形式的存在并具有普遍性，那就应该进一步探索与此有关的逻辑规律及其他一系列理论问题。既然这种思维方式是我们在艺术创作、科学研究和生产实践中必须采用的认识真理的一种重要方法与途径，那就应该相信，当我们对与其有关的理论问题有了充分认识之后，它必将促进人类思维与整个科学事业的巨大飞跃。

我们已经讲过，抽象思维在认识真理方面具有无可怀疑的威力与优越性。不过，如果把这种威力夸大化、绝对化，并因此而否认人类认识真理的多样化的思维方式，那就会走上错误的极端，陷入抽象思辨的歧途。马克思在许多著作中怀着愤怒与厌恶的心情痛斥过唯心主义的思辨哲学的荒谬性。恩格斯也曾指出："一切抽象在推到极端时都变成荒谬或走向自己的反面。""逻辑的发展完全不必限于纯抽象的领域。相反，它需要历史的例证，需要不断接触现实。"在我看来，这正是在批判单一抽象思维论而提倡两种思维相结合的方法。

在马克思主义经典著作中，"抽象思维"一词有双重含义。如果运用得当，这就是辩证思维；如果把它陷入绝对化，这就是形而上学或思辨哲学的同义语。普列汉诺夫曾指出："马克

思在《哲学的贫困》一书中曾以自己的辩证方法跟蒲鲁东的抽象思维相对立"[10]。这里所说的"抽象思维"，就是极端化的抽象思维或单一的抽象思维。

现代最卓越的物理学家爱因斯坦在总结自己的科学思维时指出："纯粹的逻辑思维不能给我们任何关于经验世界的知识；一切关于实在的知识，都是从经验开始，又终结于经验。"[11]"科学在发展逻辑思维和研究实在的合理态度时，能在很大程度上削弱世上流行的迷信。"[12]

单一思维论者认为，只有在感性认识阶段才需要研究经验（形象材料），一旦进入理性认识，就必须以"概念"为唯一的思维细胞。而爱因斯坦则认为，科学的认识应该是"从经验开始，又终结于经验"，也就是说，这些经验材料将贯穿于认识的始终。人们对真理的认识不是一次完成的。正如列宁所说：人们常常需要经过一级抽象、二级抽象等等才能达到科学的认识。在这个漫长过程中，人们要反复研究形象材料，反复地进行抽象，如此循环往复，以至无穷，最后才能达到真理的峰巅。因此"发展逻辑思维"与"研究实在"二者是互相结合、并行不悖的，而不是互相排斥的。爱因斯坦所谓的在理性阶段的"研究实在"又是什么性质的呢？这种研究显然就是用直观的形象性材料来思维的。它既不同于感性认识，又不同于抽象思维，这正是我们所说的形象思维活动。

正确地、巧妙地运用两种思维相结合的方法，可以发挥它们各自的优势，互相补充，相辅相成，可以"不断接触现实"，不断地抽象，直至深入事物的本质。这就既可以避免陷入经验论、直觉论，又可以避免陷入抽象思辨和教条主义。运用两种思维相结合的方法可以获得最佳思维，充分挖掘思维潜能，创

造出更多更好的科学成果。

我国著名科学家钱学森指出：人们对抽象思维的研究成果曾经大大地推进了科学文化的发展，那么，“我们一旦掌握了形象思维学，会不会用它来掀起又一次新的技术革命呢？这是颇值得玩味的一个设想。”这个设想不是很轻易地讲出来的。这个设想定将变成伟大的现实！

[1] 钱学森.《自然杂志》，1(1981)5—6。
[2] 李达主编：《唯物辩证法大纲》，人民出版社1978年版，第226页。
[3] 同[2]，第449—450页。
[4] 伍棠棣等主编：《心理学》，人民教育出版社1980年版，第88页。
[5] 《形象思维资料汇编》，人民文学出版社1980年版，第195—196页。
[6] 同[5]，第32—33页。
[7] 《马克思恩格斯全集》第23卷，人民出版社1975年版，第202页。
[8] 《列宁全集》第33卷，人民出版社1957年版第282页。
[9] 《马克思恩格斯全集》第42卷，人民出版社1979年版，第152页。
[10] 普列汉诺夫：《反对哲学中的修正主义》，人民出版社1957年版，第50页。
[11] 《爱因斯坦文集》第1卷，商务印书馆1976年版，第313页。
[12] 同[11]，第284页。

开展思维科学的研究*

钱 学 森

来自全国各地从事思维科学工作的同志们欢聚一堂，开一个学术讨论会，我想有三个目的：第一，我们这些搞思维科学的同道们，都是来自五湖四海，过去可能在书信上或文章上交往过，是相知的，但不相识。比如我和在座的好多同志都有书信往来，但没有见过面，今天是第一次见面，大家互相认识一下，这是一件事。第二，关于思维科学这门学问，说新么也新，要说不新吧，它也不新，因为关于思维的问题，已经研究很久了。也就是因为这个原因，同志们对于思维科学的看法，可能是各种各样的。在这个会上我们可以交换一下看法，本着求同存异的精神，最后总可以得出一些共同的认识。这样，今后的工作就有基础了。至于不同的意见，会后大家再慢慢讨论，逐步去解决。第三，同志们希望搞一个思维科学的全国性学术组织，这个意见是好的，但不是一下子可以搞起来的。如果在这次会议上，能够组织一个全国性学术团体的筹备小组，就算有了一个好的开端。由这个筹备小组再进一步研究，如何成立全国性学术组织的问题。这三件事我看能够办到。

我下面讲的只能说是抛砖引玉，请大家来批评指正。

---

* 在北京召开的全国首届思维科学讨论会上的发言。

思维科学与新技术革命

我以为，我们对于思维科学的研究，应该有一个紧迫感，在组织学会方面思维科学比起系统工程已经晚了五年。系统工程全国性的讨论会是在1979年10月由国防科委召开的，接着准备了一年的时间，中国系统工程学会，就在1980年11月正式成立了。而我们思维科学讨论会在1984年8月初才开，晚了五年。为什么说要有紧迫感呢？因为在去年10月9日，赵紫阳同志在一次会议上作了重要指示，他要我们研究在新技术革命将要来临的形势下，应该采取什么对策。紫阳同志说，这是一个关系到我们四化建设的大问题。在国务院技术经济研究中心马洪同志主持下，已经开了两次规模比较大的讨论会，研究新技术革命的对策。那么思维科学与新技术革命有什么关系呢？如果有关系，那当然应该有紧迫感。

1．人类社会发展中的四种革命

对于这个问题，我是这样看的[1]，人类对于客观世界的认识和改造有一系列变化或飞跃，这些飞跃称作革命。可以分为四种革命，一种是人认识客观世界的飞跃，这个我们叫作科学革命；一种是人改造客观世界的技术飞跃，这个叫技术革命；那么，由于这两种革命，我们的生产力发展了，生产关系和一部分上层建筑也必然有所变化。形成这方面变化的飞跃，我管它叫作产业革命。产业革命是一个很重要的概念，人类社会已经经历了好几次产业革命。我认为，最早的一次产业革命，是人从自然界猎取食物到种地、养牲畜，就是有了农业、牧业，这是人类生产体系的一次很大的变化，从而引起了人类

社会的变化——从原始公社进入到奴隶社会，这是很古老的一次产业革命。后来在奴隶社会当中，生产力又发展了，人不但是为了自己享用而生产，而且是为了交换而生产，也就是出现了商品生产。这又带来了很大的变化，实际上，就是奴隶社会崩溃，进入到封建社会。社会制度的根本变革叫社会革命。那么从这两次产业革命来看，好象都是产业革命引起了社会革命。那是不是说产业革命必然引起社会革命，产业革命在前，社会革命在后呢？这是一个大问题。

从我刚才说的这两次产业革命来看，好象是这样。但是，让我们再来看看第三次产业革命，就不完全是那么回事了。那是十八世纪末的那一次产业革命，即由于蒸汽机和大工厂生产的出现，引起的产业革命。实际上，在英国，这一次产业革命是在资产阶级革命成功以后，是社会革命在前，产业革命在后。我称之为第四次产业革命的，是列宁在《帝国主义是资本主义的最高发展阶段》这本书里讲的那种情况，也就是工业生产变成了国家规模的，国际化、世界化了。这一次产业革命标志着资本主义进入到帝国主义阶段，但是社会制度没有根本的变化。所以，从第一、第二、第三、第四次产业革命来看，它跟社会革命的先后关系，并不是固定的。重要的是，生产力的发展到了一定阶段会引起产业革命。最近看到一篇文章，说产业革命就是工业革命，并且研究为什么在中国不出现那样的产业革命。实际上这是很清楚的，因为那时中国在封建社会，中国的生产力没有发展到那个阶段嘛，所以不会出现英国在十八世纪末的那次产业革命。事实上，我们国家是在中国共产党领导全国人民夺取了政权之后，生产力才得到很大的发展，就是说，我们首先是社会革命成功了，才有可能出现

产业革命。

2. 所谓“信息社会”

那么，这和思维科学有什么关系呢？这要联系到现在正在讨论的新的技术革命，或者照我的说法，是第五次产业革命。它的核心是什么呢？赵紫阳同志提出了“信息社会”的问题。北京工业大学二分校洪加威同志有一篇文章，他建议不要叫“信息社会”[2]，因为这容易跟资本主义社会、封建主义社会和奴隶制社会这些政治术语中的“社会”一词的含义混淆，他建议叫信息的社会化。不管怎么说吧，意思都是指信息、知识、智力的重要性要提到一个前所未有的高度。那当然与思维科学有密切的关系。在国外，前几年提出了一个词：信息圈(Noosphere)。过去有大气圈、磁圈，现在又出了个信息圈。“noo”在希腊文里的含义就是知识信息，后面加个“sphere”。我觉得，这个字很值得我们注意，这就是说我们生活在一种气氛里，什么气氛？就是知识、信息的气氛，也就是思维、知识的气氛，这么说来思维科学当然重要了！

既然说到“信息社会”，那么我想从什么是信息这一点开始。英文里的“信息”和“情报”实际上都是一个词“information”，就是知识，它是指人通过实践所认识到的客观世界的规律性东西，也就是人类创造的精神财富，不是物质的。可能知识最后要印在书上，纸张是物质，但那只是一个表象，是载体，当然，重要的不是纸，不是油墨，而是所载的知识，所以知识实际上就是人类创造的精神财富，它不是物质的。知识这种精神财富是非常广泛的，图书馆、档案馆、资料库、博物馆、美术馆、唱片、录音带等等上面的东西，都是精神财富。在“信息社会”，人类的知识要变成生产力。现代化的生产，没有知

识是不行的。

关于知识，我觉得外国人也有一些奇怪的说法，比如奥地利出生的英国"科学哲学家"波普尔就说了一些怪话，他提出所谓"三个世界"理论，说人是"世界 1"，客观世界是"世界 2"，人类创造的精神财富，即知识是"世界 3"。奇怪的是，他说世界 3 是独立自主地发展的，这就荒谬了。这个世界 3，即精神财富，是人创造的，它怎么能独立自主地发展呢？按照辩证唯物主义的观点，客观世界是物质的，是第一性的，人的精神是第二性的，人可以通过实践逐步地认识客观世界本来存在的规律，从而利用这些规律来改造客观世界。而人通过实践认识到的客观世界的规律叫知识，精神财富。我觉得这是符合马克思主义的哲学的，而波普尔的那个讲法是唯心的。

但是，我们也要吸取他的一点正确的东西，就是他把人类的精神财富，把知识的重要性提高了。从前古典的辩证唯物主义哲学讲，物质是第一性的，精神是第二性的，而波普尔提出还有一个方面，就是人通过认识客观世界所创造的精神财富。这也很重要，他这句话我赞成。所以人不仅要继续认识客观世界，继续创造精神财富，而且还要经常地使用前人已经创造的精神财富。而我们所说的信息、情报，广义来讲就是人的知识，人类多少年来所创造的精神财富。为了说明精神财富的重要性，波普尔说，假设现在打核大战，两个超级大国发射核弹，把整个地球上累积起来的物质财富统统打掉，把精神财富也打光了，就是说，有知识的人都死掉了，图书馆、资料库等等也都没有了，人类又回到了最原始的状态。那么，在这种情况下，我们要再建设起来的话，也许还要一百万年的时间。但是，如果仅仅是把物质财富摧毁了，而人类的知识还保存

着，我们再建设就不需要那么长时间，十年、二十年，顶多几十年就可以了。我想这个例子说明了知识的重要性。

3. 科学与“前科学”

什么是知识，大家常常想到的是科学，这是很重要的知识。但是现代意义上的科学，还有一个约束，就是科学必须能够相互联系起来，构成一个体系。现在不但自然科学、工程技术是一个体系的，还要与社会科学联系起来，整个现代科学技术要联成一个整体。是不是知识就限于科学技术？那当然不是。人从实践中认识到很多东西，其中有些东西还没有进到科学的结构里面去，是经验。比如，现在争议很多的中医是不是科学？中医很重要，宪法上都说要发展传统的医学，但是中医现在的处境很困难，有的同志甚至说中医现已濒于消亡。这里且不讲十年内乱的情况，就是现在，这个问题也还是这么严重！我想，问题的症结是，中医不是现代科学，是经验。中医治病确实有疗效，但是怎么回事，恐怕老中医自己也说不清楚，中医书上也说不清楚。我举这样一个例子是想说明，中医上的东西是知识，但不是科学。也可以用恩格斯的话说，中医是经典意义上的自然哲学，而不是现代科学[3]。自然哲学里虽然有丰富的经验，但包括了很多猜想的因素，因此不是科学，但是我觉得，说不是科学并不等于就不重要。

我认为，我们谈信息，或者说知识，说人类的精神财富，包括两大部分：一部分是现代科学体系；还有一部分是不是叫前科学，即进入科学体系以前的人类实践的经验。这都跟思维科学有关系，因为这些都是人认识客观世界的结果，而思维科学就是要解决人是怎样认识客观世界的，有什么规律。因为客观世界是无穷尽的，人认识客观世界的过程也是无穷尽的。

人现在认识到的客观世界，不管是科学还是前科学，只是整个客观世界的一个很小的部分，而且情况是在变化的。一部分前科学，将来条理化了，纳入到科学的体系里，那么前科学的内容是否少了一点呢？不会的，因为人类还在不断地总结自己的实践经验。这都联系到思维科学，所以思维科学的任务非常光荣，是一件大事情。从前人类发展还没有到达这个阶段，好象不大认识这个问题。现在说“信息社会”，知识是生产力，那就非常重要了。我们要从迎接新技术革命，或者迎接人类社会的第五次产业革命的角度来认识这个问题。所以，我觉得研究思维科学确实是当务之急。

思维科学中的基础科学

下面我就分别讲一讲思维科学方面的问题。先从思维科学的基础学科——思维学讲起。

先说人的思维除了有自己能够控制的意识以外，还有很多所谓下意识，就是人脑不直接控制的意识。比如人走路，开步走是人脑控制的，走了二、三步后就“自动化”了，脑子并不去想该怎么走。要拐弯了，又控制一下。所以，人确实有很多意识是没有经过大脑的。这是另外一个科学部门，即人体科学要研究的。思维科学是要研究人能够控制的那部分意识。

以前我按我们习惯的称呼，把一个人的思维分成三种，抽象（逻辑）思维，形象（直感）思维和灵感（顿悟）思维。这只是说从思维规律的角度来说，有这么三种；但是，第一，不排除将来进一步研究会发现这样划分不合适，或还有其他类型的、具有不同规律的思维。第二，虽然划分为三种思维，但实际上人

的每一个思维活动过程都不会是单纯的一种思维在起作用，往往是两种、甚至三种先后交错在起作用。比如人的创造思维过程就决不是单纯的抽象（逻辑）思维，总要有点形象（直感）思维，甚至要有灵感（顿悟）思维。所以三种思维的划分是为了科学研究的需要，不是讲人的那一类具体思维过程。

这三种思维学都是思维科学的基础科学，也可以合称之为思维学。我在下面还要提出另外一门思维科学的基础科学：社会思维学。

1．社会思维学

人的思维是不是集体的？答案是肯定的。因为我们要认识客观世界，不但靠实践，而且还要利用过去人类创造出来的精神财富。什么知识都不用，那就回到了一百多万年以前我们的祖先那里去了。所以人的思维质量的好坏，一是靠社会实践，二是靠知识。知识是人类社会实践的一个非常重要的补充。所以人的思维是集体的。

从学术讨论对人的启发作用这个角度来看，也是如此。我感到，我们国家的学术讨论气氛不太活跃。所谓不活跃，就是一个同志在会上讲了之后，没有一个人发言、讨论。第二个人再讲，也是如此。外国的学术交流和我们不一样，一个人作了报告之后，讨论热烈极了，发言各有不同，有的是提问，有的发表不同意见，有的作补充，有的提新看法。所以过去我曾经想，学术讨论是不是西方的东西？那个在天文学上有很大贡献的哥白尼，他之所以会提出日心说，据说是得益于他所在波兰大学里有一个很好的学术组织，大家相互促进，所以他才有那么大的成就。但去年王炳照同志说[4]，在南宋淳熙二年，吕祖谦在江西信州主持“鹅湖之会”，由朱熹和陆九渊等讲论为

学之道，辩论甚烈，首开"讲会"之先河。这篇文章里还说，讲会有规定，各种意见都可以讲，不同意老师的意见也可以讲，老师不能骂学生。还有一条是不准在会场之外吹冷风。违反这些规定者，下次不许参加，这是很严肃的！既活泼，又严肃。南宋淳熙二年，即公元1175年，比西方的学术讨论会还早三百多年呢！

当然，我们党提倡"百花齐放，百家争鸣"，这确实是非常重要的。据我个人体验，在国外，哪一个学术中心学术讨论搞得好，这个中心的学术成果就多。在学术讨论中，不是每个人讲的都是正确的，错了也没关系。我们中国人现在好象错了就下不来台似的。我认为不然，在讨论中，讲错话，提错误意见的人，对于最后得出的正确结论也是有贡献的。

所以人的思维是集体的，不完全是一个人的，它受集体的影响也是非常重要的。

我看到过两篇文章，一篇是朱长超同志写的[5]。还有一篇是李燕强同志写的[6]。我认为这两篇文章里讲了很多有意义的事情。比如说，在人类发展中意识是逐渐由感性意识转向理性意识，由具体的意识转向抽象的意识，由集体意识向个体意识发展，这一点很有意义。这就是说，在人类的早期，个体意识几乎是没有的，都是集体的。人们还举蜜蜂的例子，认为蜜蜂是集体的意识，没有个体的意识。在观察人类社会组织进展中也发现，人类进步了，才逐渐出现个体意识。朱长超同志似乎强调这一点：他说，越是古老的意识，理性成分、抽象的能力、个体意识的水平就越低。言下之意，他不大强调集体的作用，社会的作用。是不是朱长超同志也受了皮亚杰的影响？皮亚杰的心理学是不大讲社会作用的。我觉得，我们要

很好地认识这个问题。人是社会的动物，人的发展不能脱离社会对人的影响，我们国家的心理学界在这一点上是明确的，所以我觉得，我们是不是要认真地探讨一下，在思维科学中的基础科学里也研究集体和集体所创造出来的精神财富对于一个人思维的作用。那么，反过来说，个人生活在社会里，它对于社会的集体也有作用，也有贡献。因此，我们要研究个人跟集体和集体创造的精神财富在思维方面的相互作用。

这可能是一门新的学科，社会思维学。它当然跟社会心理学等等都有关系。我们研究思维科学的，也要研究社会思维学，这是一个客观事实，不研究不行。我认为，这个问题在我们国家是个重要问题。因为在我们国家，不但是学术讨论气氛不浓，就是一个集体当中，封锁、闭塞、闭关自守等观象也非常严重。这是违反社会思维学的规律的。

因为社会思维学要研究人作为一个集体来思维的规律，它与集体的相互关系，相互影响。所以这是一个系统学的问题。从系统学的角度来看，一个系统不是混然一体，而是有层次结构的。当然，最底层是人，每一个人。再以上是集体（家庭、同道等）、国家、世界。我也发现，现在一种常见情况是，他的爱人跟他是同行的，搞一样的东西，这个家里就是一个调，形成这种情况的社会原因我不去讲它了。在国外这种现象是很少的，很可能一个是搞自然科学的，一个是搞社会科学的。这里我想说明的是，系统中怎么样的一种组合是最好的。我们要讨论问题，假设两个讨论问题的人，或者讨论问题的集体完全没有共同语言，你说的他根本不懂，当然不行，所以又要有同行。但是，你接触的这个集体里都是清一色的，恐怕也不行。清一色的组织是出不了好东西的，反而变成了闭塞。

那么，专与不专怎么统一起来？这就说到一个非常重要的问题，就是人的群落问题。关于这个问题，我最近看到山东大学的李庆臻、胡孚琛二人合写的一篇文章[7]，他用了一个生态学的名词，我认为这篇文章里面讲的就是我刚才说的意思，即怎样组成群落？这是应用社会思维学的问题。

2. 抽象(逻辑)思维学

首先必须说明，我们在这里讲的逻辑，是人的思维规律，而不是作为哲学涵义的客观世界发展运动的规律，那将包括因果关系等不属于抽象思维学的内容。哲学内的辩证法也是讲客观世界的发展运动的，也不属于抽象思维学。

我们在这里讲的抽象思维学，也有些同志认为可以直接称为逻辑思维学，但我觉得仍然称作抽象(逻辑)思维学为好，因为抽象思维比逻辑还广阔些。就是说，抽象思维学里面的逻辑思维比我们常常说的数理逻辑似乎更广泛一些，譬如说多值逻辑，数理逻辑碰到多值逻辑，结构就要变了，譬如所谓量子逻辑[8]。这种变成符号化的数理逻辑，碰到各种不同的情况，它的结构就变化了。也还有其他逻辑，比如所谓模态逻辑(Modal Logic)[9]也是非常重要的。我觉得我们研究抽象思维学是不是可以研究抽象思维与数理逻辑的关系？这是一个问题。

抽象思维中还有辩证思维，有的同志称之为辩证逻辑。据我所知，1982年出了两本书，一本是章沛主编的《辩证逻辑原理》，由湖南人民出版社出版；一本是马佩主编的《辩证逻辑纲要》，由河南人民出版社出版。“辩证逻辑”是什么？讲讲道理比较容易，具体运用就不那么容易了，用不好会犯错误，原因是没有形成规律。作为思维科学基础的辩证思维理论如何

进一步规律化也是抽象思维学的一项艰巨研究任务。关于这一点，我从中国社会科学院近代史研究所何新同志的文章[10]得到启发：我想如果把集合论的二维平面 Venn 图加以发展，引入时间，形成三维的结构，成为枝干有粗细的"树林"，也许有可能引出"数理辩证逻辑"，使辩证思维规律化。只有到那时，辩证思维才真正进入抽象思维学。

再有一点，不知道对不对？就是形象地讲，抽象思维好象是线型的，或者分枝型的，这是它的特点。这联系到一个非常重要的问题，就是电子计算机。因为一切逻辑思维的东西都可以上电子计算机，都可以用电子计算机来代替人的劳动。现在电子计算机的最大作用就是如此。也就是说，他可以代替人的抽象思维，但不能创新科学技术。不久前胡世华同志说了一句话，对我很有启发。他说，图灵机（Turing Machine）就是这么个东西。我一想，对了。许多同志把图灵机讲得神乎其神，实际上，图灵机是代替不了人的，因为图灵机能够做的，就是抽象思维、逻辑思维这一套。人的思维比这个范围大多了，我们搞思维科学的必须明确这一点。Turing 有贡献，但是我们把图灵机说得那么万能，也不妥当。

3．形象（直感）思维学

再就是形象思维或叫直感思维。这个问题，以前我从实践当中有些体会。1957 年写了一篇短文[11]，那时候我没有什么理论，仅是朴素的感觉。技术科学是把基础科学应用到具体的问题当中去，这里不完全是逻辑推导、演算。因为要解决一个具体问题，现象是很复杂的，你要在这么复杂的现象里抓住要害才行。抓不住要害，就无从做起。那么要害问题到底是什么呢？它是在东面还是在西面呀？如果它本来在东面，

你往西面去攻，攻了半天白攻了。而且，既然问题是复杂的，你就不能一口吞下去，得一口一口地咬。往哪儿咬，从何下手？这就是要对研究对象有一个认识。至于认识是怎么来的？那时我也说不清楚。

再有一点是，我那篇文章讲，工程师处理问题，别人看来不明白是怎么回事。譬如总工程师最后下了决心，大家就这么干。一干对了，究竟怎样对的？为什么要这样干？谁也不知道是怎么回事。在当时，我说的是总工程师。实际上，战争中的指挥员，都是这样的人物。他有丰富的经验，他把地形一看，形势一估计，决心就下了。参谋们可能向他提了很多方案、建议，他说不行，就这么打。别人搞不清是怎么回事，但是仗一打，胜了，说明他是正确的。

这样的例子多极了，任何人只要做工作，大概都有这个体会。关于这个问题，张光鉴同志有个理论，叫相似论[12]。他说是探讨相似在科学技术思维发展过程中的作用和规律。大家可以进一步研究，形象思维中相似是个因素。我1957年的那篇文章只提了个问题，当时也闹不清楚是怎么回事，但是现在我觉得，这里头最根本的是形象思维，或者叫直感思维。这个形象思维好象跟那个抽象逻辑思维的路子不一样，抽象逻辑思维是一步步推下去的，是线型的，或者又分叉，是枝叉型的。而形象思维常常连一点来龙去脉都搞不清楚。所以我似乎觉得它是不是面形的、二维的，而不是一维的？

诺贝尔奖金获得者 L.Pauling 是位化学家，搞理论化学的，研究分子结构，把量子力学用于研究化学分子结构是他的贡献。研究分子结构，都是用电子衍射等办法。当研究生向他报告，把某个分子结构研究出来了，Pauling 想了几分钟，

说不对，你说的那个结构在那个角落里打架了，没有空间，原子塞不进去呀。Pauling 没有画图，就那么一想。研究生回去一查数据，果然是这个问题自已忽略了。你说 Pauling 老师是推理吗？不是，是怎么出来的？他也说不清楚，但他知道就是这么回事。

去年，美国科学家 B. McClintok 获得诺贝尔生物学奖。McClintok 是专门研究玉米遗传学的。在四十年代，她曾预见到染色体中遗传基因内的"转座因子"（transposition elements）。当时，她的理论是整个遗传学界不能接受的。到了五十年代以后，脱氧核糖核酸的螺旋结构才搞出来，到七十年代末期在细菌中发现了"转座子"（transposon），才证明 McClintok 在四十年代末提出的理论是正确的。但在四十年前，大家头脑里不可能有今天的分子遗传学概念，而 McClintok 是超越了那个时代的，那当然不完全是科学推理。她的工作方法也似与众不同，有时候，她一个人想问题，跑到树荫底下捉摸，冥思苦索。她在获得诺贝尔奖金后说："我这么多年来，确实得到许多愉快的经历，我的经历就是问玉米，要玉米给我解决问题。我给玉米出题，然后我就等着，从玉米生长的表现得到回答。"她认为，她跟玉米的关系好象是朋友关系，可以对话似的。所以，很难说她那些工作完全是靠抽象（逻辑）思维的。

在日常生活中，这种例子多得很。比如说，有块铜片不平，一位钳工老师傅拿起锤子，当当几下子就平了，别人就不行。这位钳工老师傅能不能把他的经验给你说出个道理来？说不出来。这说明什么呢？说明这不是科学的推理，而是实践的经验。这些实践经验还没有总结出科学的规律来，还没

有进入到科学的行列。

我认为，我们既要认识到经验的重要性，又不要犯经验主义的错误。在运用经验时，切忌硬套，死抱住过去的老经验不放。在现实生活中，这个毛病恐怕还很多。例如现在中央的许多方针政策，很多基层干部不理解，觉得中央的政策跟他那一套老经验对不上号。记得几年前，我去参加一个讨论国民经济长远设想的会议。我不懂经济，是外行，思想倒是解放的。最后，有一位从解放后就担任一个省的经济领导工作的老同志说，他听不懂我们讲的话。他说，"在新中国成立后的一个时期，我这一套很灵嘛，为什么现在不灵了?"这很简单，就是你拿过去那一套经验往现在的情况上套，那就坏了，变成了经验主义。所以，我们在运用经验、形象思维或者相似论这样一些概念时，要有一点警惕性，弄不好就会犯错误，变成经验主义了，变得思想很保守。所以我以为，如何正确运用陶伯华同志提出的"类比推理"[13]是个问题，要是机械地运用这种类比推理，就要犯错误，就会变成套框框。总之，运用形象思维要小心，要用得对。

反过来讲，人认识客观世界首先是用形象思维，而不是用抽象思维。就是说，人类思维的发展是从具体到抽象。比如，小孩子的思维也是从形象思维开始，然后到抽象的，你跟很小的小孩子讲道理是讲不通的。在这一点上，我同意王南同志的意见[14]：形象思维在一些动物身上已经开始了，人类很早就有，从人的发展来看，一般讲，语言先于思维，是指抽象思维而言的，形象思维是在语言以前就有的。是不是这样，大家可以研究。

这样说来，形象思维应该是我们当前研究思维科学的一

项最重要的任务。因为它这么广泛，涉及到人类很大一部分知识，很大一部分精神财富，但我们现在对它却不怎么了解。关于这个问题，凡是对我们有用的，可以给我们提供一点线索、一些启发的东西，都要下功夫去搜集、分析、研究。

首先在心理学方面，现在兴起来的认知心理学，华东师范大学胡寄南教授在这个会议上专门有论文报告[15]，这当然是很重要的一个方面。认知心理学也涉及到模式识别问题。据我所知，在我们国家，研究这个问题的，有中国科学院自动化研究所的戴汝为同志，中国科技大学生物物理系的陈霖同志和华中工学院的李德华同志等。这是一个很大的问题，比如认字，人认字的本事大得很，写得很潦草的字，龙飞凤舞，也难不住人。用机器去认，就不行了。现在，外国图书馆里有盲人读书机，认印刷体可以，能读出来，书写体就认不出来。前几年邮政局搞邮政编码，中国科学院自动化研究所搞了一个识别数字的机器，虽然只是几个简单的阿拉伯数字，由寄信人填写，机器也识别不全，邮电部只得放弃这个办法，还是由人去分。可见，人比电子计算机要高明得多。

其次还有语言问题。不久前在北京举行的"第五代电子计算机专家讨论会"上，中国科学院声学研究所的侯自强同志说，你们搞计算机语言，但人的自然的话叫言语，要加以区别。人听话的本事也是很大的，比如我在这儿讲话，即便我的话里毛病很多，可能文法也不对，还有些语气词夹在里头，大家可能都听得懂。一个人的口音很重，也可以听懂。要是机器呀，就不行。现在机器能够听懂的，就是口令式的东西，国外已在应用；比如，战斗机上驾驶员的口令。为了在战斗中使驾驶员的眼睛不离开敌机，得用口令来操纵，这个机器能听懂。但是

听人讲话或者听言语不行。这里边是不是有个形象思维的因素？

第三个方面是人工智能，这里问题就更多了，什么计算机器＿＿棋呀，专家系统呀，等等。对于一位熟练的人来说，那是没有问题的。他觉得该这么办就这么办。但是，他是怎样做出决定的？为什么一下子就看得那么清楚，这是不是跟形象思维有关系？因为，可以肯定的一条是，那不完全是推理。

再者，中国科技大学的陈霖同志认为[16]，图象或者模式识别是跟图形象的拓朴学有关系，是一个整体分析问题。过去，不用拓朴观点，不用整体分析观点的路子可能走错了。这个概念是陈霖同志在美国提出来的，很受重视，这可能是一个新的途径。当然，这涉及到视觉的生理心理学问题。必须指出，生理学家、脑科学家们，对视觉确实下了很大功夫。但是人的视觉是很复杂的，研究了这么长时间，也出了不少成果，然而直到现在，根本问题仍没有解决。这不是指光的信息是怎么进去的，这个简单，而是指人脑是怎么处理这个信息的。比如熟练的外文打字员，为什么打得那么快[17]？如果程序是：人看到一个字，然后反射到脑子里，再由肌肉去控制手指头，那就慢得多了。实际上，这里面是个什么关系？所以在视觉生理心理学方面，有很多材料可能对于我们研究形象思维学是有帮助的，我们要吸取这方面的成果。

第四是文艺理论、美学，这当然跟形象思维有密切关系，我们国家对这个问题的争论是不是已经解决了？不少同志从前说，文艺只有抽象思维，没有形象思维。后来毛泽东同志说还是形象思维。关于美学，什么叫美，这是跟形象思维密切相关的，而且是一个古老的领域，已经做了很多工作。这些工作

虽然还不能说就是形象思维学的工作，只能说是形象思维学的应用(关于这一点，在后面讲美学时还要说)，但对于我们搞形象思维一定是很有意义、很有帮助的。所以，我们也要从这一方面吸取营养。

第五，就是人体特异功能。人体特异功能怎么跟形象思维有关系呢？因为从已经做的一些实验来看，是很有意思的。比如，耳朵认字，或者认出密封在里面的东西，这个过程是很复杂的。他认一个"十"字，开始认的时候，可能不是个"十"字，是一部分，比如只有一横，或者一横上还有一竖，有点象"上"字，又一看不对，好象是"下"字，这段过程，可能有几分钟。据有特异功能的人自己描述，他脑子里有个形象在那儿转，一会儿象这个，一会儿象那个。几分钟之后，他认出来了，一下子就明确了。这个过程好象是人的视觉过程的放慢，可能放慢了几千倍，从而使过程可以描述出来，这很有意思。另外，特异功能还有一个低倍数显微镜的作用。这方面做过一些认真实验的，是北京大学陈守良同志。这也可以给我们提供形象思维的资料。

第六，联系起来，还有个做梦的问题[18]。人在醒觉时得不到对问题的答案，可以在梦里得到，在梦里怎么得到答案的？他描述的梦里的情况都跟形象有关系。再者，跟做梦有很密切关系的是灵感。我们这儿说的是形象思维，不是灵感思维，但是灵感思维里的一些观察结果，将会有助于我们研究形象思维。关于灵感问题，我在后面还要讲。

第七，最后一点，就是心算神童，这些人的情况是很有意思的[19]。不久前，我见到中国科学院半导体所的王守觉同志，他说我们国家的一位心算神童史丰收，在他那儿工作过一段

时间，他经过观察认为，史丰收所以算得那么快，是他脑子里记住了一些具体的数值计算结果，他有个很大储存库。当你出了题目以后，他就用那个储存库里已有的东西凑凑就解决了。凑不上，再稍微改一下，这样计算，工作量就小多了。我设想，他库里的东西跟你出的题目怎么个凑法？这恐怕不完全是逻辑的东西，对我们研究形象思维也可以提供素材。

以上我说的恐怕还不全，我的意思是，要综合一切可以利用的素材，加以整理，把它构筑成一门形象思维的学问，形象（直感）思维学。当然，在运用这些素材时，我们要采取严肃的态度。现在我看到有一些同志在论述形象思维时，好象把形象思维说得有一点虚无缥缈，好象形象思维什么都行似的。有同志提出来一套分析形象思维的“泛系分析”，而泛系分析这个词是吴学谋同志提出来的。还有同志讲“美学的泛系论”，都很难捉摸，不知说什么东西。所以我们在用一切资料的时候，还是要严肃地进行科学分析。

我建议把形象（直感）思维作为思维科学的突破口。因为它一旦搞清楚之后，就把前科学的那一部分、别人很难学到的那些科学以前的知识，即精神财富，都可以挖掘出来，这将把我们的智力开发大大地向前推进一步。这还同我前面讲的社会思维学有很密切的关系，因为人们在交往中，很多是用形象思维，而不是用抽象思维的。

4．灵感（顿悟）思维学

关于灵感思维，黑龙江省委党校刘奎林同志做了不少工作[20]。我在和他讨论的过程中有一个想法，好象灵感是形象思维扩大到潜意识。所以我说，如果逻辑思维是线性的，形象思维是二维的，那么灵感思维好象是三维的。这就是说我们

的中枢神经系统接受外界的信息，有几种可能性，一种就象人走路，已经开步走了，脚已经踩在地上，这些反映传到人的神经系统，神经系统产生反射式的动作，来控制人的肌肉。这些反射式的动作，是下意识的，根本没有进入到大脑的上层，所以人没感到想怎么走，自然就走起来了。另外，这些信息到了人的大脑之后，是经过显意识，就是人对意识到的思维过程进行加工，然后是有意识的动作，不是反射式的动作。但是所谓灵感，恐怕是人脑有那么一部分对于这些信息再加工，但是人并没有意识到，这在国外也称为“多个自我”[21][22]，即人不光是一个自我，而是好几个，一个是自己意识到的，还有没意识到的，但它也在那里工作。那么，假设一个很难的问题，在这些潜意识里加工来加工去，得到结果了，这时可能与我们的显意识沟通了，一下得到了答案。整个的加工过程，我们可能不知道。这就是所谓的灵感。从前我也讲过，灵感、灵感，不是什么神灵的感受，而是人灵的感受，还是人，所以并不是很神秘的事。不过在人的中枢神经系统里是有层次的，而灵感可能是多个自我，是脑子里的不同部分在起作用，忽然接通，问题就解决了。那么，这样一个说法，实际上就是形象思维的扩大，从显意识扩大到潜意识，是从更广泛的范围或是三维的范围，来进行形象思维。从这个意义上说，灵感思维与形象思维有密切关系，这也是胡建平同志[23]说的意思。

这项工作怎样做？我觉得，现在我们还只好耐心，突破口在形象思维，如果形象思维解决了，那么灵感思维也就比较容易解决了。目前，我们只能收集资料。但灵感的描述有时色彩很浓厚，添油加醋的，所以收集资料时千万注意，要真实。

我还要附带讲点不同意见。山西省社会科学院思维科学研究所张铁声同志，按照 Köhler 的说法，认为 insight 是顿悟，这么说顿悟就是直感了。对这个我有一点意见。看来 Köhler 对 insight 这个字的理解有错误。我理解 insight 是直感，而不是灵感。灵感英文是另外一个字，叫 inspiration。insight 是什么涵义？比如，一个学生与一位大科学家在一起讨论问题，学生觉得这个问题没有线索，不清楚。但是科学家说很清楚。然后，学生去仔细分析一下，做一做实验，证明科学家是对的。为什么学生看不出所以然来，而老师一下子看到了？如果我是学生，就要问老师怎么回事。老师的回答是说不清楚，你好好学，将来有经验了，知识丰富了，你也可以做到这一点。这就是说，它不是科学，而是经验的积累，这是形象思维的一部分，或者是形象思维在科学里面的直感，也是我们常常说的，这个人看到了问题的核心。就象 McClintok 与玉米“交谈”，看到了玉米问题的核心一样。但是，灵感不一样，它不是我们意识中能够求得的，而常常是把意识放开了，比如，睡觉啦，干别的事啦，忽然来了，就是来去无踪。而直感即 insight 对于专家来说，是来去有踪的，能琢磨得出来的。现在讨论这个问题的人很多，但如天津医院叶伟胜同志也是把直感和灵感混在一起了，结果把直感和灵感都统统认为是人的潜意识的作用。我要强调直感是显意识，而灵感是潜意识。我从自己的接触中感到有这么些问题，讲得对不对？请同志们研究。

以上四节中讲了思维科学的基础科学，大概就是这么一些内容，叫思维学吧！当然，还有同志提出很多其他种类的思维，我觉得不太确切。这里就不一一列举了。

思维科学的应用科学

下面我讲几个思维科学里更接近应用层次的领域。我不是全面地讲，只讲几个我现在认识到的问题。

1．情报科学技术

关于情报科学技术，大约在一年以前，开过一次国防科工委系统的情报工作会议。在会上我作了一个发言[24]，讲的是科技情报工作里的科学技术问题。为什么我讲这个问题呢？我觉得科技情报在科学技术里面的重要性大家是清楚的，历来领导上都很重视。在我们国防科研体系里，情报工作一直放在很重要的位置上，组织了一支相当强的队伍，大概有十万人以上。但是，过去总是把科技情报作为一项工作来考虑，没有认识到要做好科技情报工作，还要研究它本身的科学技术问题。比如说，有没有情报学这门学问？我认为有情报学，它当然是一门应用科学，就是把情报工作上升到理论的、系统的学问，使科技情报工作形成一个有效的组织结构体系。

有了情报学之后，具体做这些工作所需要的科学技术，就是情报技术。情报技术也很广泛，比如说现在资料库里的技术就多了，用电子计算机、磁带、磁盘、光盘等等。检索要有一套复杂的系统。其他两个方面又有很多特殊的技术。这些都属于情报技术。

情报科学技术是思维科学的应用范围，或者说是技术科学的层次。现在从事这项工作的人是很多的。迫切需要用思维科学的概念，把这方面的工作认真地发展起来。

2．语言学与信息学

再一个属于应用科学层次的思维科学，就是语言学。科学的语言学已经是非常重要的部门了，理由是因为信息的传递，总是和语言有关系。而且常常因为各种原因，或者是因为保密，或者是为了让信息可靠地传过去，抗天然或人为的干扰，还有一个编码和译码的问题。因为我们现在传递信息的一种非常重要的手段是无线电波，比如用通讯卫星。就是说你在传递信息，这件事是谁都知道的，而且谁都可以接收这些信息。问题是如果你不愿意他接收的话，就要编码，要保密。这是一个很大的问题，一门很大的学问。上面已经讲了科学语言的研究，也有助于形象思维学的研究。因为看起来人的自然语言不光是逻辑推理的问题，好象已经用了形象思维，这方面已经有了一个很好的队伍在搞。我们研究思维科学的要重视这方面的工作。

再一个方面是信息学。关于这个问题，现在思想认识还不统一。什么是信息？有各式各样的说法，人们常常说到美国科学家维纳，这个人我和他有接触，他常常开玩笑似的讲话，所以他讲的并不都是很严肃的。维纳曾经说，"什么是信息？信息不是精神的，也不是物质的"。这句话好象是开玩笑讲的，但是大家都在引用。那么，信息到底是什么呢？有各式各样的说法。我认为信息并没有什么神秘，信息是由一个点（信源）、一个传播渠道和一个接收点组成的。那用什么传递的呢？传递肯定是物质的运动。比如我在这儿讲话，传递的是声波。声波是什么？是空气的运动。如果传递是无线电波，那是电磁场的运动。这样追下去，一切信息的传递，都是物质运动，不可能有别的形式。只不过是我们怎样来认识这个物质运动罢了。当我们研究信息的时候，有一种特殊的方

法，就是看到物质运动的某一个侧面，研究某一个侧面对我们是有用的。物质运动是客观存在的，问题是怎么认识这个客观运动，给客观运动起什么名字，注意它哪一个侧面，这是人为的。请看：物质总是在时空中运动的，而物质有质量，从运动的角度来讲，就是质量，和在时空中所占的位置。研究力学的人就在这个方面概括出了新的概念，比如说动量、能量。既然如此，人也可以注意到物质运动的信息传递的侧面。说它里面有一个信息量，这就是信息学里研究的问题。从申农开始，把信息科学化了，定量化了。所以我个人以为，信息还是物质运动，只是物质运动的某一个侧面被我们概括起来了。

我最近看到山东大学文史哲研究所胡孚琛同志有篇文章讲“广义信息论”[25]，他的广义信息确实广得很，实际上是讲整个系统。讲系统，里面当然有信息；一个系统内部就有信息的变换，也有控制的问题。所以，在讨论这些问题的时候，人们常常提出“三论”，就是系统论、控制论、信息论。这个三论现在很流行，我们社会科学界也接受了三论的观点。什么都是三论，我认为这是思想上的混乱。怎么是三论呢？实际上核心的问题是系统，就是一个系统论。在系统里面，你要看到信息传递的侧面，那就有信息问题，你要看到控制的侧面，就有控制的问题。所以，我在前年的一次会议上讲，不是三论，是一论，就是系统论[26]。那两论包括在系统论中了。这样一来，也许同志们说我是以系统来概括信息和控制，而胡孚琛同志是以信息来概括系统和控制。我想，整个系统里面的结构，这是非常重要的，由系统的结构产生的功能，当然也是非常重要的，而功能必然有信息传递，也会有控制的问题。这样说是不是更实事求是一点？

关于思维科学的体系问题

下面我再讲一讲关于思维科学的结构问题。关于思维科学的结构，还是和其他科学技术大部门一样：最直接地改造客观世界的是工程技术类型的学科，比如说情报技术；指导它的理论的是技术科学性质的学科，比如情报学；再把这些概括起来，就成为这个门类的基础科学。而所有的科学，最后最高的概括，当然是马克思主义哲学。马克思主义哲学的核心是辩证唯物主义。每一门科学到马克思主义哲学中间有一个桥梁，就是把这个部门里头的原则性的东西概括起来，联系到马克思主义哲学，我把它叫做桥梁，又是马克思主义哲学的基层构筑。

1．关于认识论

马克思主义哲学是人对客观世界认识的最高概括。马克思主义哲学当然要指导思维科学的研究；而思维科学的发展，也必然会丰富和深化马克思主义哲学。这么一来一往，即从马克思主义哲学到思维科学，从思维科学到马克思主义哲学，中间的桥梁，我认为是认识论。当然，这也会涉及到认识论自身的发展。我这里讲的认识论，已经不是经典的辩证唯物主义认识论了，要发展。我查了一下《简明社会科学辞典》（上海辞书出版社，1982）关于认识论这一条，有这么一段释文："研究认识活动的本质及其发展过程的哲学理论。它的主要内容包括认识的主体和对象的联系，感性认识和理性认识的发展，真理的本质，及其发展的过程等……。辩证唯物论的认识论，把实践提高到第一位，并把辩证法运用于认识论，克服了旧的

唯物论认识论的缺陷，科学地揭示了人的认识活动的本质及其发展规律，正确解决了认识论的根本问题。”这是对马克思主义认识论的一段评价。释文接着说：“现代科学技术发展使认识的主体和客体，手段和方法，都发生了巨大的变化，研究和总结这些变化，并做出哲学的概括，已成为认识论的新课题。”这些说法我是同意的。不要把认识论看作是固定的，它必然要发展，因为人类在进化，人的知识在发展。

对于我刚才说的这一些看法，有一些同志不大同意。比如说，中南矿业学院的曹利风同志有一篇文章《思维科学体系初探》，副标题是“兼评钱学森同志关于思维科学体系的设想”[27]。他认为认识论是思维科学的基础科学，属于思维科学的基础理论。他的“认识论”也包括了科学方法论、形象思维和灵感。而他的基础理论中也有包括了形式逻辑和辩证逻辑的逻辑学。此外还有跟基础理论平行的生理的基础，那就是脑科学之类的东西。曹利风同志认为，思维科学的技术科学有系统论、信息论和控制论。这三论又出来了。他这种说法，涉及整个学科的体系，什么是自然科学，什么是系统科学，什么是人体科学，这些统统都不划分了。这是一种议论。华南师范大学哲学所的傅寿宗同志不同意曹利风同志把逻辑学说成是思维科学的基础理论。但是，他又说认识论是基础，不是桥梁。还说思维科学只有基础理论和应用科学，没有基础学科、技术科学、应用技术这样三个层次。

所以，这方面的议论很多，思维科学到底是怎样一个结构，大家还可以研究。我的意见就是前面讲过的这些。

2．思维科学包括脑科学吗？

我觉得关于思维科学的体系还有以下几个问题值得进一

步研究。

第一，是科学技术的体系结构。我们不能就思维科学谈思维科学，要考虑和其他科学技术部门的关系，比如和人体科学、系统科学的关系。你不能把系统科学和人体科学的东西拉到思维科学里来，也把它纳入这个体系之中。我认为，研究人的大脑活动，当然是非常重要的，它与思维科学有很密切的关系。诺贝尔奖金获得者斯佩里认为，意识、精神活动是大脑活动的最高层次。大脑活动有很多层次，最高层次是精神和意识的活动。而他把研究大脑最高层次的活动叫精神学(Mentalics)。精神学又跟心理学有关系。但是，精神学和心理学应该安排在人体科学体系里，因为它涉及的不光是思维、意识，也是人体科学的基础。

不久以前看到一本1983年出版的会议录，名字叫《脑的协同学》[28]，四位编辑中的哈肯我是比较熟悉的。他就是协同学(Synergetics)的创始人，协同学实际上就是系统学，他叫协同学。看了这本书就会知道，斯佩里提出的所谓精神学，即人脑的最高层次的活动这一门学问，要建立起来是很不容易的。什么叫脑的协同学呢？就是他们觉得，过去研究脑的方法常常是用探针测电位，而脑是那么复杂的一个系统，脑的活动，不是从哪一个局部就可以研究清楚的，而要研究脑的整个活动。这就是协同学的观点。哈肯在文集的头一篇文章中就很强调地说，不能把大脑作为那么多的神经单元的叠加，是集体，但这个集体的活动远远不是把单个神经细胞的活动加起来能够解决的。他特别提出批评的是，过去用的一些探针研究方法。探针的测量对不对呢？当然是对的，探针测量的那一点确实有电位变化，但你不知道其他的点是不是也有变化，

你没有同时测量嘛。这种研究方法就很成问题了，这就是只知其一，不知其余。

这就使我想起著名瑞士心理学家皮亚杰的一些论述[28]。他认为，研究心理学，如果是从现象出发去找解释这个现象的答案的话，那就有点盲人摸象似的，没有看到整体，而人的活动都是互相联系的，只从一点去观察脑的活动，然后要做出解释，那就会这样解释也行，那样解释也行，很多解释方法都可以解释得通。为什么呢？因为你没有看到所有这一些因素的联系，它们的协同动作嘛。

我看到外国有的评论说，研究意识、研究人的思维，可以有两条道路。一条路是研究脑——脑科学。第二条道路是从心理学、人工智能，或者叫认知科学方面着手。评论说，看起来走第一条道路好象是最根本、最彻底的，但是这条路很长，一时恐怕得不到什么结果，我们还是不得不走第二条路。

本次会议中有国防科工委航天医学工程研究所刘觐龙同志的论文，对此也有阐述，我讲这些话是什么意思呢？就是说不要把思维科学跟人体科学混在一起了。如果我们用更彻底的办法，这条路非常长，恐怕一时、两时不会有结果，还得依靠我们思维科学内部的一些方法来研究。正如物质结构当然可以深入到基本粒子，深入到亚基本粒子、夸克，但多少年来化学家们研究分子结构，并没有等待这些深层结构的阐明，化学还是化学，不必越过学科划分，进入物理学、进入基本粒子物理学。

3．逻辑是思维科学的唯一基础吗？

第二个问题是，有的同志说，思维、思维学的基础是逻辑。我看这些同志是不是受了古典思维学说定义的影响。古典定

义认为，逻辑和逻辑学是唯一的思维规律，人的思维，就是逻辑，就是抽象思维。这在我国是很有影响的，许多人就是抱住这点不放，并搬出经典著作来作为根据。

但是，我觉得，古代的学者认为，只有抽象思维才称得上学术性研究，那些什么实践经验啦，什么小孩学说话啦，又是什么工人师傅的手艺啦，都是不能登大雅之堂的，不能叫思维。不知是不是这样？我们当然不同意这种看法，我们是实事求是的，人的思维是什么就是什么，现在看起来，把人的思维仅仅看成是抽象思维是不对的。

4. 现代科学技术的体系

我要说的第三个问题是，马克思主义哲学是发展的，马克思主义哲学的核心就是辩证唯物主义。辩证唯物主义是人类认识客观世界的科学的最高概括。但是，在马克思主义哲学这个核心之外也是有层次结构的，为什么不允许有桥梁呢？桥梁就是核心结构下面更基础的、联系到各门科学技术的、更直接的那一部分。整个桥梁加核心都是马克思主义哲学，就是马克思主义哲学本身也是有结构的，有层次的[30]。

我的看法是：一、我们在考虑一个部门的结构时，不能就部门论部门，我们必须看到整体。思维科学跟人体科学还是要分开的。二、认识论也要发展，古典的东西在它那个时代是个很大的成就，但我们不能抱住古典的东西不放。

我们研究科学体系的时候，不是从人的思维是怎么一个发展过程的角度来考虑的。假如从那个角度来考虑的话，当然最根本的是人体科学，最初总是从人出发，由人来认识客观世界嘛。那就是变成第一位的是人体科学，人体科学通过人的思维，所以，下面是思维科学，然后，人最后认识客观世界

了，出现了这样一些自然科学部门、社会科学部门、数学科学部门和系统科学部门。这样排起来的话，最高的层次是人体科学，第二个是思维科学，下面的四个部门是自然科学、社会科学、数学科学、系统科学。我们不是这样出发来考虑问题的，我们认为有几个科学部门，它们最后都要概括到马克思主义哲学中去。我觉得这比较合乎科学技术体系的概念。

5．美学

关于思维科学与美学。什么是美学？我不是这方面的专家，没有什么发言权。我从前说，美学也是思维科学的一部分。现在看来不能这么说。下面就讲一讲我现在的认识。什么叫美？李泽厚同志说过，美是主观实践与客观实际交互作用以后的主观客观的统一。假如做到了这一点，那么人就感到是美的。而这种相互作用是通过思维来实施的。所以，研究美学当然对思维科学是有启发的，而思维科学的成就也会有助于美学的研究。这一点我在前面讲形象与直感思维学的时候已经说到了。

但是，也要说清楚，美学不仅仅是思维。还有另外一些非常重要的内容。根据马克思主义的原理，美是离不开社会的，文艺是社会的产物。这一点在经典的美学著作，象普列汉诺夫在《没有地址的信》中讲得很清楚，他反反复复地讲了这一点：美是社会的产物。所以，美学不能说是思维科学，而只能说思维科学与美学有很密切的关系，美学是思维科学的邻近科学。我觉得这一点有很多现实意义。比如说，在今天的社会，人生活的环境不一样，经历不一样，人的文化水平、知识、智力都不完全一样，这都影响一个人的美感。

对于文艺，我们从前认为文艺有纵的划分，比如说，小说、

诗词、造型艺术、建筑、音乐、戏剧等等，这是大家都承认的，文艺部门也就是纵的划分。但是，我认为文艺还有横的划分、有层次的[31]。其实这并不是我的话，毛泽东同志《在延安文艺座谈会上的讲话》中说得很清楚，有“阳春白雪”还有“下里巴人”嘛。如果不这样认识，不考虑人的社会存在对于人的美感的影响，那不符合马克思主义，也不符合大家常引用的普列汉诺夫的经典著作嘛。这在毛泽东同志的论述里面也是说清楚了的。

但是，现在有些人好象认为文艺只有大众爱好这一个层次，其他的都不重视。这是单一化的办法。当然，从人数上来讲，大众的爱好是很重要的，我们抓也是对的。但不能只抓“下里巴人”不抓“阳春白雪”，好象没有这个高层似的，那就不对了。要在提高的指导下普及，在普及的基础上提高嘛。这些都不是思维科学能解决的问题，它是一门社会影响很强的学问。所以，美学的问题更复杂，比思维科学涉及的社会问题更多，不能把美学放在思维科学里面，我纠正从前的说法。关于这个问题，我跟中国社会科学院哲学研究所李泽厚同志交换过意见，我们的认识是一致的。

6．有“特异思维”吗？

下面，我要讲的这个问题把握就更少一些了，就是特异功能。特异功能是人自已可以控制的人体的功能态，这种功能态肯定与人的中枢神经系统的活动有密切关系。因此，我们可以问：气功、特异功能会不会导致人的另外的一种非常的思维活动，即“特异思维”活动？当然，我们国家有许多古老的说法，比如，佛家说“定能生慧”，“定”就是禅定，也就是佛家气功。这就是说，佛家认为练气功会增加你的智慧。现在四川

省社会科学院人体科学与自然辩证法研究所叶峻同志[32]也提出人的特异思维问题。

现在许多外国人也这样讲。比如，John H. Crook 写的一本书[33]中，就用了很大篇幅讲气功对于人的智慧的影响。在这本书里，气功称作TM(Transcendental Meditation)，还说通过 TM 可以使人的智慧增加并发展。研究TM就是为了研究还有没有可能使得人的智慧再进一步发挥，这是一种说法。不久以前还看到另外一本书[34]，两位作者都是美国斯坦福研究所的研究人员。这本书的名字叫《精神竞赛》。其含义是说，有特异功能的人跟没有特异功能的人的竞赛。他们用许多科学测量的结果，证明人确实有特异的感受。而且这些特异的感受是可以逐渐培养的，这种培养过程就是要你不受一些常规思维干扰，越脱离常规思维的干扰，你的特异思维就可以越明显地表现出来。这是又一种说法。

再者，从更深刻的角度来考虑这个问题，那就联系到量子力学的哲学解释。我们知道，自从量子力学出现以来，到现在有六十年了吧！这中间，量子力学结论的正确性都已被实践所证实，这一点大家没有什么不同的意见。但是，对量子力学怎么解释就有不同意见了。因为按照量子力学的观点，所有的物质都是相互作用的，没有孤立的物质。这好象把因果关系给打乱了。关于这一点，从前爱因斯坦就不大满意，他跟尼尔斯·波尔争论，一直争到去世。关于这个问题，三十年代就提出了所谓 EPR 的理论，E就是爱因斯坦，P是Podolsky，R是 Rosen。这三个人在三十年代曾经发表过论文，提出隐参量的学说。就是量子力学用的时空不是真的，是表象，还有更根本的东西隐藏在这下面。到底隐藏在下面的是什么，也还

没有说清楚。

最近我看到文章[35]，作者是一个科学记者，他去访问英国伦敦大学的物理教授D.Bohm。Bohm是一位很有成就的物理学家，写过量子力学的理论著作。Bohm 年轻的时候还见过爱因斯坦，所以他对爱因斯坦的意见是很清楚的。Bohm 在1980 年写过一本很惊人的著作，叫《整体性和隐秩序》[36]，他说，现在我们熟悉的四维时空，不是真实描述物质的好办法，还有更深刻的东西，就是他所谓的隐秩序，隐藏在下面的秩序。他把我们看到的这个秩序叫做显秩序。他说在隐秩序里面，所有的物质都是相互联系的，而且这种相互关系可以超光速地传递。当然他的理论，现在也还没有完全建立起来，但他有这样的基本观点。有趣的是，他谈到这个基本的观点时，对记者说，这个理论要是建立起来的话，可以把特异功能都解释了。

所以，从各方面的情况看，无论是中国古代的话，还是现代外国人对于气功、特异功能的说法，以至于这位 Bohm 教授的隐秩序观点，好象都隐隐约约地说明，还有另外一种思维，就是特异思维。是不是这么回事，请大家来研究。

思维科学与智能机[37]

下面，我想把上述问题归结起来。我们研究思维科学最终是要为社会主义建设服务。现在我们面临新技术革命的挑战，又是“信息社会”。思维科学对于这么重要的一个问题，到底能做什么贡献？这个问题涉及到前几天我们在这儿开的一个会，“第五代计算机专家讨论会”。日本人前几年提出来搞

第五代计算机，说它那个第五代计算机比起现有的电子计算机有许多突破。比如说，包括国家信息处理系统（PIPS）。就是计算机能够认识图象。还有一个知识信息处理系统（KIPS），那就是知识库里的东西，机器都能利用。再一个就是专家系统。最后是把这些东西系统地结合在一起，并与逻辑计算结合起来，组成一个体系。这么一个体系要是能够做出来，那就不叫计算机了，它比计算机要广阔得多了，我以为可以叫智能机。因为计算机，就是算嘛，充其量就是把上升到科学的那一部分知识利用起来。前科学的、经验的那一部分没办法算，那不是个推理问题，是形象（直感）思维问题。

前面我讲了，图象处理系统里有经验的成分，经验也是知识。所以知识要比科学的范围广得多。专家系统更是这样。专家系统就是专家的经验，比如说，有了一、二、三，就有九。你问他怎么有了一、二、三，就有九呢？他说不清楚，反正你记住，有一、有二、有三，就有九。这就是在一定范围内总结出来的经验，但是这个经验还没有上升到现代科学。这样的经验存储在库里，如果把这些专家系统都纳入系统里，再加上知识库，那么这系统所处理的问题，就远远超出了科学的范围，把人的实践经验都纳入进去了。所以，这已经不是计算机了，而是把人的知识充分利用起来了。在美国，这叫做知识工程。我觉得这是有道理的，就是人的知识，人的全部精神财富。我们现在要用一个机器把它利用起来。当然，这并不是说，头一台智能机就能做到这样。但是最后要能做到这样，那就是件大的成就。

我们现在要分析一下，日本人这个说法有没有道理？我认为是有道理的。我觉得这里新的因素就是想办法把人的经

验纳入到这个系统中去。人的说话，人的认字，都有经验的因素。这就联系到形象思维。形象思维比抽象（逻辑）思维更广泛，逻辑思维只是解决科学问题，形象思维是把还没有形成科学的前科学知识都利用起来。这是智能机的问题。

当今人类的精神财富的量是极大的，我们现在的困难就是不能很好地利用它。过去我们的老办法是去学习，或者请教，这个办法太落后了。许多事情我们不知道，不可能知道，没法知道，也来不及知道。以前古人就说，读书靠记嘛，一个人活到老，读书到老，记的东西也就是那么多，“皓首穷经”。那是说头发都白了，还在那儿念书，没完没了的。现在有办法了，不记也没关系，可以通过现代的电子设备，供你调用。怎么是小事情？

我从前在一篇讲情报系统的文章中，有这么一段话：当我们讨论了建立现代化情报科学技术、图书馆文献和档案信息体系之后，让我们想一想，这将是一个多大的变化。向来一个人自一生下来，都得用脑子记住以往人类和自己社会实践经验产生的知识，对于一个脑力劳动者来说，更是如此。古人夸一个学者，说他博学强记，可见在脑子里记住学问的重要性。每个人记得住的东西虽然不同，有些人多，有些人少，但总是有限的。比起人类千百年积累起来的知识量，只不过是沧海之一粟，所以前人也说皓首穷经。在将来，我们将从这样一个繁重的脑力劳动中彻底解放出来，查阅资料可以做到如同自己脑子里记得它一样简便，那就不要去费脑子记了。用计算机的终端就可以了。如果我们再深思一步，什么是情报资料、图书文献档案，它包括不包括文学？当然包括。它包括不包括绘画？包括。它包括不包括音乐、乐谱、录音、录象等等？

当然也包括。而且包括文物档案，甚至通过全息摄影，它可以包括造型美术，如雕塑等等。那么，我们所设计的信息体系简直可以包括全部人类千百年所创造的，而且还在不断地创造的精神财富。这全部的精神财富又可以由我们一个人随手调用和享受。这不仅能把我们从旧的脑力劳动中解放出来，而且会给我们带来一个伟大的新世界，一个从来没有的高度文化的新世界。难道这不是翻天覆地的变化吗？脑子不要花在记忆上了，那脑子还干什么？从繁重记忆的脑力劳动中解放出来的人，将有可能把智慧集中到整理人类的知识，全面考察，融会贯通，从而搞更多的更高的创造性的脑力劳动。人将变得更聪明，人类的前进步伐将进一步加快。

刚才讲的这些说明，如果不搞智能机，那么我们将会被人类自己创造的大量精神财富压垮。如果搞，那么这样大量的精神财富就可以为人们所利用，大大提高人的智力。

看起来这些问题涉及到形象思维，这个问题要是解决了，我们还会进一步解决灵感思维的问题。现在可以说，这个方面的研究有个门儿了。就是通过智能机，特别是专家系统，因为无论是图象信息处理系统，还是知识信息处理系统，实际都是象专家系统这样的东西，就是把经验、知识利用起来嘛。而专家系统的概念过去在人工智能里已经用了，并逐步在发展。我们国家现在有很多同志在做这个工作，比如中医看病，已经进入计算机，实际上就是一个专家系统。所以专家系统这个东西并不难。现在的问题是怎样进一步提高，把不同的专家、不同的经验，统统搜集起来，统盘地利用。关于这个问题，我看到马希文同志写的一篇文章[38]，文中讲人工智能的部分，就是涉及这样一个问题。按照马希文同志的意见，这个工作

是可以做的。就是把不同的小的专家体系联合起来，成为一个统一的大体系。当遇到问题时，我们可以到这个大体系中去寻找最适合的专家系统。然后用这个专家系统来解决问题。当然第一代智能机搞出来也许还是初级的，但它朝这个方向走了一步，也非常重要。将来还有第二代，第三代，继续做下去，最终总可以做到把人类的精神财富全部调动利用起来。这是一件了不起的大事。这一任务就跟我们思维科学有密切关系。思维科学也要通过这项任务向前发展，比如解决形象思维的问题。既然如此，我们思维科学工作者就面临着怎样参加第一代智能机的工作，怎么为中国的第一代智能机作出贡献的问题。在我们思维科学界，能不能组织一支力量，为中国的第一代智能机作出贡献？这可是一项重要的、全国性的任务。行不行，请大家讨论。

学术组织问题

我们这个会是学术讨论会，学术讨论总要搞个学术组织。关于这个问题，我在"关于思维科学"这篇文章里面最后讲了一段话，我的意思是，思维科学要搞些什么组织活动呢？一是成立研究所，二是在大学里设置专业，三是成立学术组织。

目前，研究所好象全国已经有一个了，就是山西省社会科学院成立了思维科学研究所，所长是张光鉴同志。学校设什么专业呢？我也不太清楚。关于学术组织，据我所知，现在地区性的学术组织已有了，山西省有一个"自然辩证法研究会思维科学专业组"，黑龙江省建立了思维科学研究会。

1. 队伍问题

这样看来，一个迫切需要考虑的问题，是成立全国性的思维科学学术组织。过去我们搞过系统工程学会。与系统工程相比，今天思维科学情况有点不一样。1979年，国防科委支持召开全国系统工程学术讨论会时，系统工程只有任务，没有什么队伍，搞系统工程的人不多。但是，今天思维科学不一样，在座的都是专家，我们这个队伍可以说是很大的。比如，科技情报工作，光是国防口就有十多万人，而且他们已经有了一个中国科技情报学会。再如文艺理论，那跟我们的形象思维有关系，也有一支队伍，人数我不清楚。另外，全国总有好几百所师范专科、师范学院、师范大学吧，这些学校里都有一些搞文学、美学的人，人数恐怕也有好几千吧，他们也都是跟思维科学有关系的。再有一个是信息、编码、译码的队伍，他们在国防部门，也有相当大的力量。还有语言学家、科学语言学家、心理学家、脑科学家，还有人工智能、机器人以及创造学、智力工程等等方面的人才和组织。

这么一想，能够参加我们思维科学学术组织的人多极了。而且我们要看到，这一些同志早就在他们各自的领域做了很多工作，差不多也都有他们自己的学术组织。而我们是后来者，好象是小弟弟，他们是老大哥。现在这个小弟弟说，要把老大哥们联合起来，形成一个思维科学研究集体，这会不会有点困难？但是联合很有必要。这个工作怎么做？我想来想去，好象只有一个办法，就是我们来宣传思维科学的体系结构。让大家都明白，联合起来，组成一个体系，我们各自的工作可以做得更快、更好、更有成效。

2．调查情况的工作

据我的经验，这跟系统工程不一样。系统工程是从无到

有，从小到大。我们这个队伍本来已经很大了，但是没有联合起来形成一个体系。现在我们来呼吁，要形成一个体系，是要做说服工作的。

因此，我建议，如果我们这次会议要成立一个筹备全国性学术组织的小组的话，这个筹备组要做以下调查研究工作：

第一，要调查跟我们思维科学有关的，已经有哪些学术团体，这些学术团体的情况如何，将来要参加我们这个思维科学学术团体，他们怎么安排？他们做出什么样的贡献？调查以后，要写出正式报告，将来开成立大会时发给大家。

第二项调查是专业教学方面。就是在我们国家大专院校里，与思维科学有关的有一些什么系，什么专业，开什么课程？思维科学方面有没有研究生？这些材料都要具体化，具体到哪个学校、什么系、什么专业、什么课、负责的教师是谁等等。最后，也要写出报告。

第三项调查工作，就是有哪一些刊物在发表关于思维科学的文章。现在我知道的有上海的《自然杂志》、四川的《大自然探索》、黑龙江的《求是学刊》和《思维科学信息》、山西的《思维科学研究通讯》；还有《潜科学》、湖南科技出版社的《科学探索》和《自然信息》、湖南大学的《人工智能研究》等等。我列举的这些刊名仅是我接触到的，是不全的。对这个情况我们也要心中有数，所以，也要做一番调查工作，写出报告，将来在学会成立大会上印发。

大家也可以想一想，还有什么问题需要调查。这是我们成立学术组织的基础，调查清楚这些情况，也是筹备组的任务之一。

3．要有良好的学风

关于学术组织本身的问题，我也说不出什么成熟的意见。我希望，如果按照系统工程学会的程序，从前是国防科委，现在是国防科工委支持一下，先开一个这样的全国性学术讨论会，把大家请来，见见面，交流一下之后，酝酿成立一个筹备组。经过一年的工作，在1985年能不能考虑成立学会？这次会议我们只能够酝酿，考虑搞一个筹备组。

从前我在《自然杂志》那篇“关于思维科学”的文章里呼吁，这个学会的核心成员应该是真正能干的，三、四十岁或者再稍大一点，象我这个岁数不行。我的道理是，这个班子要干到二十一世纪，我们这些老同志是不行的。如果一时中青年不好找，老的还得使点劲的话，可以当顾问嘛，主要的工作还是要请中青年同志来做。

我们这个学会要有很好的学风，我们要严肃认真地搞学会工作，不能随随便便，更不能有江湖习气。搞学术，态度就是要认真、严肃。当然，严肃并不等于说不活泼。我们要诚恳地交流，有活泼的气氛。有话就说。我想，在我们思维科学这个新的领域里，没有什么权威，所以，我们决不能搞一言堂。大家充分发表意见，互相交流，争吵一下也没有关系。暂时统一不了认识，不要紧，慢慢来。总之，我们既要严肃认真，又要生动活泼，充分发扬民主，百家争鸣，百花齐放。只要坚持这样去做，我们这个学术组织就可以搞好。

我觉得，一旦我们把思维科学宣扬出去，它就会变成热门。因为现在讲什么新技术革命对策呀，“信息社会”呀，都与思维科学有关嘛！但是我们也要冷静。那么，怎样冷静？我们有一个有利的条件，就是有马克思主义哲学，这是最锐利的武器，我们一定要注意应用马克思主义哲学。前面我讲到的国

外一些著名科学家的明显错误，都是由于犯了背离马克思主义哲学、脱离辩证唯物主义的毛病。思维科学不象有些学问（比如说机械工程），那尽是物质的，而思维科学常常涉及到精神问题，涉及到精神与物质的关系问题。因此在这个问题上，一定要用马克思主义哲学，辩证唯物主义。要不然，你就容易掉进两个坑里，一个坑是机械唯物论，另一个是唯心论。所以，我们一定要在工作中自觉应用马克思主义哲学。

学术组织成立以后，总得有个挂靠单位。大家可以考虑考虑，怎么挂靠法？

现在是地区性的组织成立得比全国性组织早，那末，将来全国性组织成立后，跟地区性组织怎么取得联系，怎么协调，也是一个问题，也要研究。这些都是筹备小组的任务。

形象（直感）思维是我们思维科学现在要突破的，而且，由于智能机的研制工作已经提到日程上来，对突破形象思维也是一个压力。多少年来，这个问题一直是隐隐约约的。中国古话讲，只能意会，不能言传，能言传的都是讲得清楚的问题，而形象（直感）思维现在没法讲清楚。如果将来我们说能讲清楚了，哪怕只讲清楚了一点儿，也不是小事，我想那将是人类历史上又一次科学革命。所以我说，思维科学的研究将孕育一场新的科学革命。另一方面，思维科学的研究又会推动智能机的发展，把人的知识、智力提高到前所未有的高度，这肯定又将是一场技术革命。

［1］ 钱学森，《理论月刊》，5(1984)6—11。
［2］ 洪加威，《红旗》杂志，14(1984)31—35。
［3］ 钱学森，《大自然探索》，3(1983)1—5。
［4］ 王炳照，《光明日报》，8(1983)26。
［5］ 朱长超，《自然辩证法通讯》，1(1981)13—20。

[6] 李燕强，《哲学研究》，12(1983)36—41。
[7] 李庆臻、胡孚琛，《科学学与科学技术管理》，7(1984)6—9。
[8] R.I.H. Hughes: *Quantum Logic*, Scientific American, 10(1981) 146—147.
[9] 王元天，《自然杂志》，6(1984)446—450。
[10] 何新，《自然辩证法通讯》，4(1981)24—31。
[11] 钱学森，《自然辩证法通讯》，1(1957)1。
[12] 张光鉴，《农村发展探索》，3(1984)118—150。
[13] 陶伯华，《求是月刊》，3(1984)29—36。
[14] 王南，《求是月刊》，2(1984)15—24。
[15] 胡寄南，《认知心理学的兴起和发展》。
[16] Chen L., *Topological structure in visual perception*, Science, Vol.218(1982), 699—700.
[17] Timothy A.Salthouse: *The skill of typing*, Scientific American, 2(1984)94—99.
[18] Morton Schatzman: *Sleeping on problems really can solve them*, New Scientist, 1983.8.11, Vol.79, 416—417.
[19] John Cohen: *What makes a calculahng prodigy*, New Scientist, 1983.12.15, Vol.100, 819.
[20] 刘奎林，《求是月刊》，4(1983)1—11。
[21] *Multiple personality not allin mind*, New Scientist 1983. 5.5, Vol.98, 290.
[22] Hilary Roberts: *Grow your own personalities*, Nen Scientist, 1984.2.2, Vol.101, 12.
[23] 胡建平，《求是月刊》，4(1984)7—15。
[24] 钱学森，《科技情报工作》，10(1983)1—9。
[25] 胡孚琛，《大自然探索》，3(1984)131—140。
[26] 钱学森：《系统思想、系统科学和系统论》，《系统理论中的科学方法与哲学问题》，清华大学出版社1984年版，第4—29页。
[27] 曹利风，《自然信息》，3(1983)51—53。
[28] E.Basar.H.Flor.H.Hoken and A.J.Mandal, Ed., *Synergetics of the Brain*, Springer Verlag, 1983.
[29] J.Piaget, P.Fraisse, M.Renchlin, Ed.: *Experimental Psycholagy-History and Method*, Basic Books, 1968.
[30] 钱学森，《哲学研究》，3(1982)19—22。
[31] 钱学森，《艺术世界》，2(1982)2—3。
[32] 叶峻，《思维科学研究简讯》，2(1984)44—57。
[33] John H.Crook: *The Evolution of Human Consciousness*, Oxford, 1980.

[34] R.Targ and K.Harary: *The Mind Race*, Villard Books, 1984.
[35] J.Gliedman, *Mind and matter*, Science Digest 1983.3.68.
[36] David Bohm: *Wholeness and Implicate Order*, Boston: Routledge & Kegan Paul, 1980.
[37] 钱学森，《自然杂志》，1(1985)3.
[38] 马希文，《自然杂志》，6(1984)409—413.

实践、认识和逻辑科学

田　运

一

逻辑来源于实践，来源于认识。早在古代，人们经过了亿万次的实践和认识，肯定了这样一个事实：任何对象，只要是作为一个（或一种、一类）客观的统一体而存在，它就具有同一的质或者同一的属性。因此，思维中就要如实地反映对象的这种同一的质和同一的属性，而不能用任何具有别的质或者别的属性的对象与它混淆或者混同。同一律、矛盾律、排中律就是对于这个事实在逻辑上的确认。这是人类认识发展到一定阶段时得到的一项极重要的认识成果。人们把这个认识成果再返回去应用到新的认识过程中，就提炼成为一套思维规则、格式。这就是形式逻辑。

逻辑不是别的，就是人类某种历史的认识成果的总结和提炼。逻辑是在新的认识过程中保存着的、成为认识新的对象的工具和方法的人类历史的认识成果。作个类比，就好象生产工具是在新的生产过程中保存着并且重新活动起来的人类历史的生产成果一样。

逻辑反过来又对于提高人的认识水平，从而也就对于提

高人的实践水平起着重要作用。认识水平的高低的一个标志就是认识成果率。所谓认识成果率，就是在一定的时间内，人们能够取得的正确认识的数量和质量。恩格斯在论马克思时说道："一生中能有这样两个发现（按：指唯物史观和剩余价值学说——录者注），该是很够了。甚至只要能作出一个这样的发现，也已经是幸福的了。但是马克思在他所研究的每一个领域（甚至在数学领域）都有独到的发现，这样的领域是很多的，而且其中任何一个领域他都不是肤浅地研究的"[1]。这是说，马克思的认识成果率是很高的。这里讲的是科学的理论认识，时间的单位是一个人的一生。实践中的认识，也同样有一个认识成果率的问题，不过，在实践的认识中，作为时间的单位就往往要比一生短得多了。例如对医生来说，正确地诊断出患者的病情的效率，就要以天、以时来作为计算单位了。在教育方面，即在重新掌握前人的历史的认识成果的过程中，也有一个认识成果率的问题，即在一定的时间内（单位时间内）能够正确地领会前人积累的知识的数量和质量。

一个人（或一个由许多人组成的集体）的认识成果率之高低是由很多因素决定的。有他们所处的历史条件的因素，有实践因素——即认识着的人参加实践的广度和深度，有个人天赋的因素，还有思维的因素。在研究逻辑问题的时候，我们着重探讨思维这个因素对于认识成果率的影响。

思维，这是认识的理性阶段，思维的效率如何，直接关系到人们的认识成果率。所谓思维效率，也就是在思维的一定单位时间里，所能得到的正确思想的成分或者正确思想的数量和质量。可以说，思维效率是决定认识成果率的一个因素。

形式逻辑的出现，是人类认识上的一大飞跃，它（与这之

前比较)大大提高了思维效率。人类总结了认识的经验，发现了必须遵守的一些思维规律和规则，这就大大减少了思维的弯路。另一方面，由于推理形式和证明形式的发明和应用，就使得有可能发挥推理和逻辑证明的效能，为取得人所必须的知识提供了简捷的手段(与纯粹的感性的认识方法相比较)。例如张三这个人最终会不会死?我们运用推理，几秒钟就可以得出结论：凡人最终必有死——张三是人——故张三最终也有一死。设想假若没有推理，对张三从经验上研究他会不会死，那只有等他死了以后，这个认识才能完成。又如，对李四也这样地从经验上研究他会不会死，依此类推，对每个人都这样研究一遍，才能得出他是否必有一死的结论，那就不仅要使对一个如此简单的真理的认识也要有无限的工作量，而且会使人的认识只能跟在过程的后面记录已经发生的个别事实，而永远也不能掌握事物的内在联系，并从而永远也不能使认识走在客观过程的前面，预见和影响客观过程的发展了。由于推理的应用，就可以把几乎是无限大的认识工作量缩小到几秒钟。

推理这种思维形式之所以能够发生，是由于：1. 已经存在着经过许多次实践证明了是正确的思想，作为进一步认识的前提；2. 亿万次的实践证明了这一公理："如果我们有正确的前提，并且把思维规律正确地运用于这些前提，那末结果必定与现实相符"[2]。

当然，即使是根据正确的前提推出的结论，也没有使实践对其真理性的检验成为多余。正确的前提和正确地运用思维规律而推出的结论，并不是说就不必要再受实践的检验，而是说，由于其前提和推理规则的正确性是经过了实践检验的，因

而由此推出的结论，我们更有理由、更有把握预期它能够经得住实践的检验。例如"张三终将一死"这样的推理结论，其正确性我们就有百分之百的把握预期它能够经得住实践的检验，而另外一些推理结论其正确性则可能只有百分之几十甚至只有百分之几的把握预期它能够经得住实践的检验。

人所共知，现代电子计算机作为人脑这个思维器官的辅助工具的出现和应用，极大地提高了思维效率，在某些特定的领域，电子计算机可以在数日内完成人工几年所难完成的工作。但是，电子计算机的这种效能，归根结底还是人的思维活动——尤其是对推理过程的模拟。可以认为，电子计算技术在认识上应用的广度和深度，在很大程度上将以逻辑科学的成果为转移。

形式逻辑虽然对于提高思维效率有很大的作用，但也可以看到形式逻辑在提高思维效率，尤其是在提高认识成果率方面的局限性。这种局限性在新的、正确的科学思想形成，特别是在同人类原有的知识相矛盾的时候，就表现得更加明显。

任何的科学思想（以下简称"新思想"）都有一个从无到有，从胚芽到成熟的过程。新思想从无到其胚芽的最初出现，从最初的酝酿到它正式出生，从不成熟到发育成熟——这是新思想确立过程中的飞跃。新思想在正式确立以前的发展阶段的思维，是一个值得探讨的问题。

撇开自然的、社会的条件不谈，单就认识的条件来讲，新思想要获得存在的权利，必须具备两个条件：其一，这个新思想有相当的事实根据，或至少是有暂时尚未发现但有充分理由预期将会发现的事实为依据。其二，新思想同人类历史上积累起来的、已被实践证明的原有知识体系（以下简称"原有

知识”)、特别是和新思想直接相关的那部分原有知识(以下简称“相关的原有知识”)要合乎逻辑地联系起来。这样，新思想才能被承认为人类知识体系中的组成部分。那些既不能同经过检验证明是客观真理的人类知识体系合乎形式逻辑地联系起来、也不能合乎辩证逻辑地联系起来的“思想”，则作为谬误而被排除在人类知识体系之外。

科学史表明，新思想怎样才能和原有知识合乎逻辑地联系起来的问题，是一个关系到新思想能否获得存在权利的重大问题。

人类经过千百万年的实践和认识的积累，已经既存一个原有知识的体系。新思想的产生不能脱离开这个原有知识的体系，特别是不能脱离开其中与新思想直接关联的那部分原有知识，例如高等数学的产生，不能脱离开初等数学的基础而在空中另起炉灶。另一方面，科学还要求排除那些没有根据的、和原有知识相矛盾的异想。并不是任何和原有知识不同的见解都是新的科学思想，在“新见解”中总会有相当的部分是主观的异想。在人类知识的发展过程中，一切假科学、非科学、反科学的异想都将经过认识的过滤而被排除出去。应当指出：形式逻辑在实现这种过滤中起着重要作用——根据形式逻辑的有关规律，处于矛盾关系和反对关系中的两个思想，不能同时全真，如果其中一个被证明是真的，那么另一个必然就是假的。因此，原有知识若被证明是真的，那个与之相矛盾、相背反的新冒出来的异说自然也就是假的。形式逻辑就是这样把一切荒唐不经之说过滤出去的。它的这个排除谬误的效用，作为对实践标准的补充，应当充分予以肯定。

但问题也正是发生在这里，形式逻辑的这个规则在排除

真正的谬误的同时，也有可能把新的科学思想当作谬误而予以排除。因为既然是一种新的科学思想，它就必须有异于原有知识，否则它就不成其为新思想了。如果新思想同原有知识的差异达到二者对立和背反的程度，形式逻辑上述规则的自发作用就会将它当作“谬说”而加以排除。尤其是在人们把形式逻辑的推理规则绝对化的情况下，这些规则就会在新思想和原有知识之间掘出一道不可逾越的鸿沟，使二者不能够合乎逻辑地联系起来，而是合乎逻辑地分割开来，并将新的科学思想合乎逻辑地判为谬说，从而剥夺了新思想的存在权利。科学史上不乏这样的实例，例如为了解释电磁感应现象，法拉第提出场的概念，当时几乎所有的物理学家都认为这是离经叛道的妄想，贝克莱主教攻击微积分的论据也与此类似。

一般说来，当新思想不能在形式逻辑范围内同原有知识合乎逻辑地联系起来的情况下，新思想若想要存在下去，那就必须在形式逻辑之外另找逻辑上的出路，这就需要发展逻辑科学，其方法就是用全面发展着的人类认识的历史成果来充实和发展逻辑。

数理逻辑可以看作是把数学概念和数学方法引进形式逻辑的结果。数理逻辑的创始人莱布尼兹对逻辑提出了两点要求：1. 系统地运用数学的符号和公式来表达思维的对象；2. 逻辑学也象数学那样借助于运算进行思维，从而建立起各种不同的逻辑演算系统，这就把许多逻辑思维过程转变成为计算过程了（当然，并不可能把人类的一切思维过程都转变成为计算过程），这就为提高思维效率提供了新的途径。

把高等数学概念“引进”形式逻辑，还促成辩证逻辑的产生。因为高等数学研究变量，它的概念是关于变量的概念——

把这些概念引进逻辑，就突破了形式逻辑同一律的界限。例如根据同一律，对象或者存在，或者不存在。但是高等数学有“无限小”的概念，而“无限小”就是存在和非存在之间的中间物（列宁语），将这个概念引进逻辑，自然就使逻辑超越出了形式逻辑的界限，不知不觉地踏进了辩证逻辑的范围。当然，辩证逻辑的产生，决不仅仅是把高等数学的成果引进形式逻辑的结果，而是人类认识成果的历史总结。如果说数理逻辑是把数学成果引进形式逻辑的结果，还是比较确切的说法，那么说辩证逻辑是把什么东西引进形式逻辑的结果，就很不恰当了，因为辩证逻辑是建立在更广阔的基础上的，为形式逻辑所根本不能包容的、新型的逻辑。列宁说：“逻辑不是关于思维的外在形式的学说”，而是关于“一切物质的、自然的和精神的事物的发展规律的学说。换句话说，逻辑是对世界的认识的历史的总计、总和、结论”[3]。列宁的意思当然不是说人类认识所得到的全部具体知识的总体就是辩证逻辑，百科全书就是辩证逻辑。列宁这一段话的意思第一是说，逻辑不是从天上掉下来的，也不是人的头脑中固有的，而是来源于人对客观世界的认识。或如列宁在黑格尔《逻辑学》一书摘要的另一个地方所说：“逻辑和认识论应当从全部自然生活和精神生活的发展中引伸出来。”[4]第二是说，人类所得到的这些“对世界的认识的历史的总计、总和、结论”又作为求得新知的方法，不断地重新回到现实的认识过程中去，并在无数次的现实的认识过程中被精炼、概括、上升为辩证的思维方式。

和形式逻辑不同的是：形式逻辑只是把人类认识的一部分历史成果经过总结、提炼再应用于新的认识过程，而辩证逻辑则是“自己全面发展的知识”，这是被列宁称作是“天才的”

一个出自黑格尔之口的提法[5]——即人类历史的认识总成果经过总结、提炼而再运用于新的现实的认识过程。现实的认识过程(即是和现实的实践紧密相结合的认识过程,也是以人类认识的历史总成果的精华为工具的思维过程),同时也就是真理的发现、证实和发展的过程。因此,列宁又说逻辑是认识的理论,"逻辑学=关于真理的问题"[6]。如果要给辩证逻辑下一个粗线条的简单定义,那就是:辩证逻辑是关于现实的认识过程中的思维的科学。

二

下面,我们就具体地从思维规律方面谈谈辩证逻辑和形式逻辑的某些关系。

思维是在感性认识的基础上发生的。感性认识具有直观的特点,这就不能不影响到思维,使思维在一定的阶段上或一定的限度内也具有直观的特点。人在对客观事物进行直观的时候,这个事物(或对象)宏观地反映在人脑中就是非此即彼:或者存在,或者不存在;或者是什么,或者不是什么;或者具有某种性质,或者不具有这种性质;——在相同条件下对于一个客观存在的对象进行直观时所得到的宏观映象就是如此。这种所得到的宏观映象再反映于思维,则形成一个确定涵义的概念或判断,这种概念或判断在形成和应用时必须遵守而不能违反形式逻辑同一律。这是在直观基础上的思维对于存在状态的宏观形式的反映。

形式逻辑同一律(这里我们把矛盾律和排中律也包括在其中,把形式逻辑的三条规律简称为形式逻辑同一律)是经受

了时间和实践的考验的，它对于保证认识的正确性是必不可少的。例如在思维活动中，正因为由于形式逻辑同一律的限定作用，才使得推理结论的真实性能够有所保证——凡是在推理中出现自相矛盾的情况，形式逻辑同一律就提醒人们：这里面可能有着逻辑矛盾，这是对客体可能有不正确的反映的征候，因而有必要对于这个认识的正确性重新加以检证。当然，在思维出现矛盾的场合，除了是不能允许的逻辑矛盾之外，还可能是客观存在的实在矛盾未被充分认识前的一种反映。

如果只承认形式逻辑同一律，那就难于把不断发展的人类历史的认识成果，特别是近代科学的认识成果总结、上升为逻辑，因为同一律坚守“a是a”的公式，不能容纳自相差别和矛盾的概念于同一个思想中，而客观现实却正是运动、发展、自相差别和矛盾着的；在精确考虑对象的场合，或在历史发展过程中考察对象的场合，则要求在同一个思想中反映这些差别、矛盾、运动和转化。只按照形式逻辑同一律来进行思维，必然使人对客观世界的反映受到很大的限制。因此，若要更深刻、更完全地反映客观世界，就必须不仅承认形式逻辑同一律为思维规律，而且必须进而扩展为承认反映同一律是更为根本的思维规律。

什么是反映同一律？要弄清这个问题，还需要从形式逻辑规律说起。

在思维中，思想对思想的关系如果不正确，思想就不能正确地反映存在。而形式逻辑的同一律、矛盾律、排中律讲的就是思想和思想之间必须遵循的正确关系。因此我们说，遵守形式逻辑规律是保持思维正确性的一个必要条件。但是，正如

科学史和实践所表明的，仅仅遵守形式逻辑规律并不一定就能保持思想的正确性。或者说，在某些场合（例如前面我们所讲到的），当新思想同相关的原有知识形成二律背反的场合——如果这个二律背反是客观世界固有的辩证矛盾的反映——完全受形式逻辑规律的摆布反而会破坏思维的正确性，使思想成为不真实的。而根本上解决思维的正确性的办法，还要从思想对存在的直接关系中去寻找，而不能仅仅从思想对思想的关系中去寻求。这也就必然引伸出反映同一律，这一规律的主要内容是，在思维中，思想必须如实地反映存在；也就是说，在认识的结果上，思维必须和存在相同一，而不能和存在相矛盾。用恩格斯的话来说，就是："我们主观的思维和客观的世界服从于同样的规律，因而两者在自己的结果中不能互相矛盾，而必须彼此一致，这个事实绝对地统治着我们的整个理论思维。它是我们的理论思维的不自觉的和无条件的前提。"[7]

反映同一律不是和形式逻辑规律毫无关系的、另外冒出来的一个思维规律，而是形式逻辑规律的扩展和延伸。从内容上来看，形式逻辑规律从较狭窄的范围内对于解决思维的正确性问题发挥作用，而反映同一律是把形式逻辑规律的公式由思想对思想的关系扩展到思想对存在的关系上。与形式逻辑的同一律、矛盾律、排中律相对应，反映同一律也有三个公式。为了明白地说明形式逻辑规律和反映同一律之间的这种关系，现将二者的各个公式对应列表如下：

下表中的a（或非a），是思维对存在的反映结果（即思想），A是被反映的作为对象的客观存在本身。这就是说，形式逻辑规律所表达的，是思想对思想的关系（即a对a的关系），而

公　式	形式逻辑规律	反映同一律
Ⅰ	同一律　a是a	a所反映的必须是A(简称:a必须是A)
Ⅱ	不矛盾律　a不是非a	a所反映的必须不是非A(简称:a必须不是非A)
Ⅲ	排中律　a或非a	a或非a中之一反映的是A(简称a是A,或非a是A).

反映同一律所表达的,乃是思想对存在的关系,即反映结果对被反映的客观对象的关系(即a对A的关系);之所以称它为反映同一律,也就是因为它是把形式逻辑规律由思想对思想的关系推广到思想对存在的反映关系上。

说到反映同一律,还有必要探究一下"反映同一"的辞义。世界上的同一性有三种类型:第一种类型是客观事物本身的同一性,例如星球和星云之间、实物和场之间、有机物和无机物之间、生命和无生命世界之间、自然界和社会之间等等——在这些不同的或对立的东西之间客观上存在着同一性,这些同一性可以称之为是"物质同一"。另一种类型是物质的映象之间的同一性,例如一棵长在湖边的树,水中有它的倒影,在阳光下地面上还有它的日影,这日影和水中的倒影是同一个物质的两种映象,因此我们说这两种映象具有同一性,虽然在外观上这两种映象有很大的不同。按照唯物主义观点,人的思想、概念等等也是客观事物反映在人脑中的映象。只不过这种反映在人脑中的映象和自然界中的映象相比具有特殊的形式罢了。这些特殊形式的映象之间也具有同一性,例如个别概念和一般概念之间、有限概念和无限概念之间、各种对立概念(例如上与下、阴与阳、正与负等)之间具有涵义上的同一性——所有上面这类同一性,都是物质的各种映象之间的同一,我们称之为"映象同一","思想同一"、"概念同一"是"映象同

一”的特殊形式。第三种类型的同一性就是映象和物质之间的同一，如“镜子里的人和照镜子的人是同一个人”，“地图上的北京和实在的北京是同一个特定的地方”，“概念中的人和实在的人是同一个特定的事物”，就是例证。这既不是物质自身中的不同物和对立物的同一，也不是不同映象之间的同一，而是映象与物质之间的一种同一，我们称之为“反映同一”。如果一般地讲物质和映象的同一，那是物质论所要探讨的问题；如果特殊地讲人脑中的映象和物质（客体）之间的同一，那是认识论所要探讨的问题；如果进一步地加以限定，专指人的逻辑思维映象（即概念等等思维形式或理性反映形式所反映的客观内容）同物质（客体）之间的同一，那就是逻辑学所要探讨的问题了。很明显，我们既然把反映同一律称为思维规律，那其中“反映同一”的涵义，自然就是指的人的思维映象和客体原物之间的同一。

这里可能会有人提出这样一个问题：人的思维映象（思想）不仅可以和客体原物同一，也可以和客体原物不同一，即有差别和相矛盾，那么为什么不把这条思维规律称之为“反映同一、差别、矛盾律”，而称之为“反映同一律”呢？

作为一条思维规律，它不能把思维映象同客体原物的差别和矛盾包含在自身之中，而只能把思维映象同客体原物的同一包括在自身之中。这是思维的本性所决定的。思维是人脑（主体）对客体（物质）的自觉的反映，因而思维的本性必然包括主体的反映目的在内，这个目的也是制约思维活动的基本出发点。

什么是主体的反映目的呢？一般说来，主体的反映目的就是要求人脑的映象与客体原物达到同一。因为只有得到与

客体原物相同一的人脑映象，才能导致人们在实践活动中实现自己的目的。相反，得到与客体原物相差别和相矛盾的人脑映象，最终总要导致人们实践活动的失败，使自己的目的不能实现。因此人们总是渴求反映结果(映象)与客观对象（客体原物)的同一，而竭力避免和排除二者之间的矛盾和差误。换句话说，思维的本性就是要在思维的结果中排除思维映象和思维对象的非同一，最终达到二者的同一；同时，人类思维也有能力最终达到这种同一。恩格斯说，思维“按它的本性、使命、可能和历史的终极目的来说，是至上的和无限的”[8]。这句话可以理解为：思维的使命、终极目的就是：1. 具体的思维映象达到和它反映的对象的完全同一；2.人类总的思维映象达到和整个客观世界的完全同一。思维并有能力达到这两点。简言之，思维的本性就是它强烈要求并不断地实现着思维映象与客体原物的完全同一。

既然思维的本性必然包括主体的反映目的在内，这个目的并且是制约思维活动的基本出发点，因此，表现思维本性的思维规律，也就是必然要体现主体反映目的的要求，也就是说，思维规律所规定的思维只能是符合人的反映目的的思维(即在结果上思维映象与客体原物相同一的思维)，反过来说，思维规律所规定的思维，也就是排除不符合人的反映目的的思维(即思维映象与客体原物有差误、相矛盾的思维)。

因此，虽然客观上必然存在着思维映象和客体原物不同一的(相差别和相矛盾的)思维，但作为思维规律，它不能以肯定的形式来反映这种情况，而只能以否定的形式反映这种情况。

既然思维规律本身就是要排除思维映象和客体原物之间

的差别和矛盾的，因而也就不可能把思维规律称为是反映同一、差别、矛盾律，而只能称为是反映同一律。

与形式逻辑相比，反映同一律是更为根本的思维规律。

当逻辑承认了反映同一律为自己的一个基本规律时，许多原来难以解决的问题就迎刃而解了。既然存在（客体）本身是自相差别的、矛盾的，是包含相互对立的规定于自身的，那么思维怎么办呢？根据反映同一律，那只有一个办法，就是在思维中如实地反映存在中的这种差别、对立和矛盾。因此，诸如“资本必须在流通中同时又不在流通中产生”（马克思）、“生命的每一瞬间既是自已又是他者”（恩格斯）、“运动着的物体每一瞬间既在一点上又不在这一点上”（恩格斯）之类的判断就不再是为逻辑所不允许的了。这些在单纯的形式逻辑同一律下无法处理的问题在反映同一律下得到了解决。这样，反映同一律就成了辩证逻辑的第一个和基本的思维规律，并因此，辩证法的所有规律才不仅是存在规律，而且也成为思维规律了。

反映同一律并未使形式逻辑同一律的存在成为不必要的。形式逻辑同一律的存在不仅有认识上的理由，而且有实践上的理由。在实践的许多场合，人们所需要的只是某种简单、确定的知识，例如今天我们有一个实践任务，要制造某种机器。某种金属是否能够成为制造这种机器的材料——这里所需要知道的知识就是这一点，因而就要求按照形式逻辑同一律做出简明确定的判断：这种金属材料可以或不可以成为制造这种机器的材料。假定这种金属基本上可以成为制造这种机器的材料，那么就可以据此形成一个确定的判断。至于这种金属也会有不适于制造这种机器的因素（但极为次要）则

判断时可以对之“忽略不计”。又如一个顾客到商店买东西，他绝不需要了解某一商品的全部知识，他在此场合只需要知道这种商品是否符合他的需要，价格是否恰当，并且仅仅根据这些知识决定是否要购买这件商品。在这样的场合，也只需要形式逻辑同一律这样的简单思维规律，在这里应用更复杂的思维规律反而会使实践任务的解决复杂化。在另外许多实践场合，要求人们知道对象的精确知识和全面性的知识时，这种仅仅符合形式逻辑同一律的简化了的知识就绝对不够了。例如医生在对一个心跳骤停的人进行抢救时，他所依据的知识就决不是形式逻辑的关于死和未死的简单定义，他在此时所依据的知识乃是：在这种情况下的人是既死而又未死的辩证的判断。在这种情况下对人的实践起作用的显然不是形式逻辑同一律，而是反映同一律了。

当我们把形式逻辑规律贯彻到底——由 a 对 a 的关系推广到 a 对 A 的关系上的时候，结果就使思想对思想(a 对 a)的关系也超出了形式逻辑规律所规定的界限。请看：

既然 a 必须是 A，而 A 本身，即客观存在，是处在自相差别、矛盾、运动、发展、变化状态中的，那么人对 A 之反映结果的a，即人的思想，也必须如实地反映这种差别、矛盾、运动、发展、变化。因此，对于在运动变化中 A 的完整的反映，就不是仅仅“a是a”的公式所能胜任的，而必须是 a 是 a，又是与 a 不同的他者。例如原子核外的电子在处于激发状态时，在它自身中已经孕育着新的东西——光子，而当被激发的电子又重新恢复到正常状态时，它就发射出光子。又例如猿人，是猿，又不是原来意义上的猿；是人还不是完全意义上的人。对于许多过渡状态的事物，往往需要用“a 是 a，又不必须是a”这种

双义的思维规律来加以反映。

既然a必须不是非A，而非A和A一样，也是处在自相差别、矛盾、运动、发展、变化状态中的客观事物，在一定的条件下，非A也可能变成了A。例如，假如有了适合的物理条件，和金刚石非常不同的石墨，也可以变成金刚石，因为二者的化学元素相同，在这种情况下，石墨不必须不是金刚石。从逻辑公式上说，这也就是“a不必须不是非a”了。

既然a是A，或非a是A，而A本身是对立的统一，或统一物之分解为二，那么，不论正确反映了A的是a还是非a，本身必然又可以分解为两个判断，假如正确反映了A的判断是a，而不正确的判断是非a，例如我们说“生物和非生物在质上是不同的”，是真实的，那么说“生物和非生物在质上是相同的”，就是假的。但是在“生物和非生物在质上是不同的”判断中，必然还可以分解成为两个判断“作为整体的生物个体和非生物在质上是不同的”，“被分解了的生物的原始组成成分（水、矿物质等等）和非生物在质上又是相同的”（这个判断显然也是符合实际的）——这个判断本身就是位于前述两个相互矛盾的判断中间的“第三者”，即除了a或非a之外的第三个判断。在对客观对象作精密考查时，“a或非a”的公式就显得不够了，而需要用反映同一律公式“a或非a，又不必须是a或非a”的公式，才能正确和准确地反映客观现实。

由此可见，如果把反映同一律由思想对客体（a对A）的关系再转换为思想对思想（a对a）的关系的形式，那就是：

公式Ⅰ　a必须是A→a是a，a又不必须是a

公式Ⅱ　a必须不是非A→a不是非a，a又不必须不是非a

公式Ⅲ　a是a，或非a是A→a或非a，又不必须是a或非a

这样就可以明显地看出两点：1. 反映同一律超越形式逻辑同一律、矛盾律、排中律，但却包含这些形式逻辑规律于自身，形式逻辑这些规律成了反映同一律的局部表现；人们曾经认为是"绝对的"思维规律的形式逻辑规律，原来只是相对的，是更为普遍的思维规律——反映同一律——中的一个组成部分；2. 反映同一律之成为逻辑规律，就大大突破了形式逻辑规律的原来局限，思维规律因此成为辩证的，并为进一步地把辩证法引进逻辑开辟了道路，使辩证法的基本规律不仅是最一般的存在规律，而且也成为思维规律，因为反映同一律本身就包含着这一方面的涵义，主观的思维规律，正是客观世界的最一般的运动规律在人们思想中的反映。反映同一律和辩证逻辑在新的基础上，以新的方式来解决思想对思想的关系。

总起来说，反映同一律也就是：1.把"a是a"、"a不是非a"、"a或非a"这种一义的思维规律变成为"a是a，a又不必须是a"，"a不是非a，又不必须不是非a"、"a或非a，又不必须是a或非a"这种双义的思维规律；2.在构成每一个具体的思想时，主要该应用哪些公式，须服从于这样一个根本的要求：思想在反映客观存在时，在其结果中必须和客观存在相一致，而不能相矛盾，即必须遵守"a必须是A，a必须不是非A"的公式。而能够证明a是A、a不是非A，a是A，还是非a是A的，只能是实践，因而随着反映同一律之成为逻辑规律，人的实践也被包括进了逻辑，正如列宁在讲到"辩证逻辑的概念"的时候指出："必须把人的全部实践——作为真理的标准，也作为事物同人所需要它的那一点的联系的实际确定者——包括到事物的完满的'定义'中去。"[9]

三

由此可见，形式逻辑只是把同一律、矛盾律、排中律应用在思想对思想的关系上，而辩证逻辑则进而把同一律、矛盾律、排中律扩展应用到思想对存在（客体）的关系上。这样，同一律、矛盾律、排中律就不是原来意义上的同一律、矛盾律和排中律了，在它原来的形式中注入了新的内容。把形式逻辑同一律加以彻底贯彻的结果，使它变成了与自己不同的东西——反映同一律。

在形式逻辑看来，任何对于形式逻辑同一律的违反，都构成所不能允许的逻辑矛盾；而在辩证逻辑看来，仅仅是对形式逻辑同一律的违反还不能肯定就是实在的逻辑矛盾，只有当同时是违反反映同一律的情况下违反形式逻辑同一律时才构成所不能允许的、实在的逻辑矛盾。

现在，我们再返过头来继续讨论新思想要同经过检验证明为真理的原有知识合乎逻辑地联系起来才能获得存在权利的问题。

使新思想同原有知识合乎逻辑地联系起来，其前提就是二者都必须严格地按照逻辑规律和规则在逻辑上被证明为是真知。如果其中一个在逻辑上已被证明是真理，一个在逻辑上还被证明是谬误，二者就不能建立起归纳关系，因为科学的认识不允许把真理和谬误归纳在一起。只有二者在逻辑上都被证明是真理，新思想才能归纳到原有知识中去，或者原有知识归纳到新思想之中，或者二者共同被归纳到一个更新的综合的知识之中。但是如前所说，两个思想如果处于二律背反状

态（新思想同原有知识往往表现为既有同一又是二律背反），一个是正题，一个是反题，按照形式逻辑规律，如果其中一个已被证明为真，则另一个必然是假（谬误），如果原有知识已被证明为真，则和原有知识处于背反状态的新思想"必然为假"。假的知识无法同真的知识归纳在一起，因此二者也就无法合乎逻辑地联系起来。又因为形式逻辑的公式是"a是a"、"a不是非a"，两个思想必须完全同一，才能归纳在一起，如果两个思想不同一而归纳到一起，那就违背了"a是a"、"a不是非a"的公式，也就构成了不能允许的"逻辑矛盾"，因此，即使这两个思想都有事实根据，形式逻辑的规则也不能使二者合乎逻辑地联系起来。例如根据经典物理学原理，物之间不可能具有结构的全同性，由此推论，原子结构也不可能具有全同性。如果这时有谁提出原子结构具有全同性，会被人们认为是不合乎常理的奇谈怪论，所谓不合常理，就是一不合经典物理学原理，二不合形式逻辑规律。

反映同一律对于这类问题则有不同于形式逻辑的处理原则。第一，它区分了真实的逻辑矛盾和虚假的逻辑矛盾。处于矛盾关系或反对关系中的两个相互对立的判断是否构成逻辑矛盾，反映同一律认为，不是仅仅根据它们在形式上是否违背"a是a、a不是非a"的形式逻辑公式，而首先是根据它们在内容上是否违背"a必须是A，a必须不是非A"的反映同一律公式来判定。因此，符合"a必须是A，a必须不是非A"公式的新思想和同样符合"a必须是A，a必须不是非A"公式的原有知识，虽然处于背反的关系，也就不是真实的逻辑矛盾了。因此，由于"原子结构具有全同性"这个新思想经过实验证明确实符合客观存在，也就是符合"a必须是A，a必须不是非A"的

逻辑公式，因而它同样经过检验证明为真知的经典物理学命题——“物之间的结构不可能具有全同性”也就不再是二者之中“必有一假”，而是二者可同时全真，因此二者也就有了归纳在一起的可能。表面的逻辑矛盾消除了，客观事物本身的辩证矛盾显现出来了。第二，它不认为两个不同一的思想就不能归纳到一起，因为反映同一律的公式不是“a 是 a、a 不是非 a”，而是“a是a、a不必须不是非 a”，也就是说，两个思想，即一个是 a，一个是非 a，只要二者都是正确地反映了客观对象A，二者就能够归纳到一起，虽然不能把“原子结构具有全同性”的思想归纳到“物之间不可能具有全同性”的思想中去，也不能将后者归纳到前者中去，但是却可以将二者共同地归纳到一个新的综合的思想——物的结构由物的粒子性和波性所共同决定的学说中去。这样，新思想（量子论关于物的结构学说）同原有知识（经典物理学关于物的结构学说）就合乎逻辑地联系起来了，因而新思想也就有权利加入到人类知识的体系中去，从而确定地获得了自己存在的权利。

反映同一律的这些原理，是新的科学思想得以形成和确立的逻辑支柱。例如爱因斯坦相对论的时空观同经典物理学的时空观是“背反”的，形式逻辑规律不问这是什么性质的“背反”，根据处于矛盾关系和反对关系的两个思想不能全真的逻辑规律，就判定这是不能允许的逻辑矛盾，并因而两个思想之中必须有一个作为谬误而被排除。如果经典物理时空观已被证明是真的，那末与之背反的相对论时空观就必然是假的——片面强调形式逻辑规则，就会导出这个结论。这样，相对论时空观也就在人类知识宝库中没有立足的余地了。但是相对论时空观终于还是在人类知识宝库中牢牢地站住了脚跟，

这就是因为在人的思维中起作用的不仅有形式逻辑规律，而且还有反映同一律。反映同一律认为：如果经典物理时空观和相对论时空观都符合客观存在，即符合"a 必须是 A、a必须不是非 A"的反映同一律公式，则二者就不构成真实的逻辑矛盾，二者可以全真。并且经典物理学的时空观作为时空在特定条件下的表现形式而归纳到相对论时空观之中了，两者之间合乎逻辑地联系起来了，因而相对论的时空观也就取得了存在的权利。

反映同一律既然是一条思维规律，就不依人的意志为转移地支配着人们的思维，所不同的只是在于，或者人们不自觉地受它的支配，或者是自觉地对它加以应用。

这里可能遇到一个反驳理由，即：不要反映同一律，仅仅形式逻辑规律也可以为新的科学思想的存在提供逻辑上的根据——因为一切真实的二律背反中的正题和反题，都有其各自得以成立的不同前提，只要人们把正题和反题各自得以成立的具体前提揭示出来，例如经典力学得以成立的前提是宏观低速物体的机械运动，而量子力学得以成立的前提则是微观粒子的运动；只要分别指出两者各自得以成立的具体前提，一个联结在一起的正题反题就分割成为两个互不相联的并列的判断，二者的"背反"也就消除了，两个命题都可以合乎形式逻辑规律。既然如此，"反映同一律"岂不是多余的吗？二律背反命题的存在岂不也是多余的吗？

这种反驳是不正确的。这是因为上述那种把二律背反中的正题和反题拆开来加以"分割处理"的办法在认识发展的一定场合固然是可取的，但是这种"分割处理"的办法存在两个问题。第一个问题是：它会把完整统一的对象割裂开来，把对

象之中各个环节之间的联系给抽掉了，把本来是反映对象的内在有机联系的各个环节的完整认识变成了互不相关的并列的一些知识，把对象中的一个环节到另一个环节的转化及其动因给掩盖起来。这样的知识也就不再是对于对象的完全、真实、客观的反映，而是片面、含有歪曲成分的反映。我们举出一个例子。请看下面两个判断：1.机械运动就是物体在一个地方同时又不在这个地方；2.机械运动就是物体在某一瞬间在一个地方，在接着而来的另一瞬间则在另一个地方。这两个判断是用不同的方法反映同一个对象。前者是一个完整的二律背反，后者则是加以"分割处理"的两个一义命题。在第二个判断中"消除了"形式逻辑规律所不允许的逻辑上的矛盾，但带来一个严重的缺陷，那就是对完整的生动的机械运动作出了不正确和不准确的反映，列宁指出这样表述机械运动"是不正确的：(1)它描述的是运动的结果，而不是运动自身；(2)它没有指出运动的可能性，它自身没有包含运动的可能性；(3)它把运动描写成为一些静止状态的总和、联结，就是说，那种(辩证的)矛盾没有被消除，而只是被掩盖、推开、隐藏、搁置起来。"[10]如果新的科学思想恰恰需要用二律背反才能正确地表述，只是由于形式逻辑则不承认二律背反的合理性，而只好用"分割处理"的办法来不正确地表述这个思想，那也会严重阻碍新的科学思想的形成。第二个问题是：认识、思维是一个过程，只有在认识发展的一定阶段上，人的思维才能把对于同一对象或同一个系列之对象的各个互不相同、甚至截然相反的判断的、各自得以成立的前提揭示出来，而在这之前，人们只是根据直接观察到的事实对于该对象作出互不相同、甚至截然相反的判断——在这种情况下，尽管这些判断

都合乎客观实际，但由于它们尚未能明确地把这些判断各自得以成立的前提揭示出来，并因而不符合形式逻辑规则，表面上构成了逻辑矛盾——在这种情况下，你承认不承认这些判断是正确的？例如，根据多年的实践经验和有关的科学知识，证明“钢铁比人的肉体要硬”。但是硬气功的表演所得到的事实使我们还能够得出与上述判断相反的判断，即“人的肉体比钢铁还硬”。至于这一判断得以成立的前提和根据究竟是什么，这在今天尚未完全揭示，是从已知的一般原理中无法加以论证的问题，但是由于确凿的实验事实，我们对于这后一判断的正确性深信不疑。虽然同时承认这两个相反的判断都是真的，并且不符合形式逻辑规律，但合理的解决办法却只能是这样。

应该指出，新的科学思想在初期发展阶段特别容易夭折的一个原因，就是在这时它还不能把处于二律背反关系中的新思想和相关的原有知识各自适用的范围明确划分出来，还不能把二者各自得以成立的前提明确揭示出来，因而还不能把新思想同相关的原有知识合乎形式逻辑地联系起来，所以这时就特别容易被知识领域中的守旧势力利用形式逻辑的规则而将其扼杀。而反映同一律必然导出的以下原理正是对抗这种扼杀的有效逻辑武器，新思想在初期发展阶段，虽然还不能完全同业经证明为真理的原有知识合乎逻辑地联系起来，但只要新思想符合客观实际，即符合“a 必须是 A，a必须不是非A”的公式，它就有了同原有知识合乎逻辑地联系起来的基础，就可以确信，这种合乎逻辑的联系终将实现，因而在这时，虽然新思想暂时尚未同原有知识完全合乎逻辑地联系起来，但它已有了坚持自己存在的充分权利。

四

下面，我们再从某些方面来说说辩证逻辑和形式逻辑在思维形式上的区别。

从现实的认识过程来考虑思维形式的地位和作用，就要把逻辑中的范畴（以下简称范畴）从一般的概念中划分出来，作为单独的一种思维形式来进行研究，这是辩证逻辑区别于形式逻辑的一大特点。

范畴是人对客体的反映运动的必然产物。也就是说，只要人和客体处于反映关系中，就必然存在范畴这种反映形式。

范畴中有一部分，在认识过程中是先于概念并以最一般的表象而存在于人的认识中，它不管人是否理解这些范畴的涵义。这里试以存在、质、量、度这四个范畴为例来说明。一岁以内的小孩就能够肯定外界有个什么东西——这就是作为表象形式的“存在”范畴的应用。两岁以内的小孩就已经能够运用“质”这个范畴（此时也是作为表象）去认识事物，虽然他完全不知道“质”这个范畴的涵义（也就是说，他对于“质”这个范畴还完全没有形成什么理性认识）。两岁的孩子不但能够把“妈妈”和“狗”这样很不相同的事物加以区别，而且能够把妈妈和“阿姨”这样相当相似的事物加以区别。可见，两岁的小孩事实上已经能够运用质这个范畴，而且在运用中已经达到了相当准确的程度。列宁在转述费尔巴哈的话时说：“质和感觉是同一个东西。最先的和感觉中不可避免地也会有质”。[11]这个小孩在学会了运用质这个范畴之后，很快就又学会运用“量”这个范畴，例如他开始知道，妈妈只有一个，同院的小朋

友共有三个，人有两只手……。这时，他事实上就是已经运用“量”这个范畴去认识事物，同样地，在这时他完全不知道“量”的涵义是什么。这个小孩的认识还在发展，他在生活中接触到的，不仅是自己的兄妹，而且还有其他的小朋友。他发现：自己的妈妈对自己和自己的兄妹来说是妈妈，可是对于其他小朋友来说，就不是妈妈，而是阿姨了；而其他和自己妈妈年纪相仿的妇女，对自己则不是妈妈只是阿姨，对其他小朋友，则又成了妈妈。对于这种现象后来他终于有了认识：妈妈并不是任何一个妇女，而是生育自己的那个妇女。“生育自己”，就是妈妈的天然尺度。当小孩子能够达到了这个认识的时候，就表明他事实上已经能够运用“度”（尺度）这个范畴了，同样地他并不知道“度”这个范畴的涵义。从以上分析中可以得出这样一个结论：人对逻辑中一部分范畴的运用先于人对它们的理解。人在实际运用存在、质、量、度这些范畴进行认识的时候，并不需要预先了解这些范畴的任何涵义（至于人们了解这些范畴的科学涵义可以大大提高人的认识水平，那是另外一回事）。由此可见，逻辑中有一部分范畴是人的认识中固有的东西（但不是人的头脑中固有的东西）。只要存在着认识活动，不论是感性的还是理性的，不论是自发的还是自觉的，实际上都是无条件地在运用逻辑中的这一部分范畴，不管他是否意识到这一点，也不管他对于这些范畴的涵义是否了解和了解到什么程度。

范畴中的另一部分，虽说在历史上作为概念之最大的概括，乃是形成于概念之后，但当这些范畴一经形成并且再回到现实的认识过程的时候，从客体到现实的认识过程中客体反映到思维的程序来看，却是客体首先为范畴所标示，然后才形

成为概念等等。例如从历史上看，原因和结果这两个范畴的形成是在具体的原因和结果的概念之后。但是在现实的认识过程中，在一切具有因果关系的场合，人们总是首先用原因和结果这两个范畴来标示、反映这种客观实在的关系，而后才能渐渐形成这一具体原因的概念。例如对于癌症的存在，人们认识到它已经有几千年的历史了，人运用原因和结果范畴来认识癌症也有很久的历史了。但是癌症的原因究竟是什么，人类直到现在还不确切知道，也就是说，还未形成癌症原因的具体概念。在这里，原因范畴就代替相应具体概念的职能，来标示一种特定的客观现实（致癌机制）。将来，则会在原因范畴的基础上形成癌症原因的具体概念。这就表明：逻辑中的范畴一经形成，它们就反过来成为概念等等其他思想形式的基础。这一点，康德早已经指出过，不过，康德把范畴看作是人脑中先天固有的东西的观点是唯心主义的。因此，在辩证逻辑中，范畴是第一性的思维形式，而通常所讲的那些思维形式（概念、判断、推理、证明等等），则是第二性的思维形式。其所以说范畴是第一性的思维形式是因为：1．范畴是形成其他思维形式的基础；2．它并且是对象的客观性质的最适当的反映形式。概念等等在反映客体时，有很大主观规定的成分，例如“张飞”这个概念，“张飞”二字本身就是人们主观任意给他命名的（规定的），这与张飞其人的客观性质毫不相干。他的客观性质只有通过“质”、“量”、“度”、“本质”……等等一系列的范畴来归纳、概括他的一系列现象之后才能揭示。或者说，对象的反映愈是接近范畴的形式，就愈能揭示其客观性质，我们试以力学上的两个概念来说明这个问题。首先是力的概念。恩格斯指出，力的概念最初是和人体的作用相联系的，这就不

可避免地使这个概念具有主观性、表面性和片面性的部分，致使力这个概念并不完全合乎客体的真实。他说："力的观念是自然而然地在我们这里发生的，这是因为我们自己身上具有使运动转移的手段。这种手段在某种限度内可以被我们的意志所驱使而活动起来，特别是臂上的肌肉，我们可以用它来使别的物体发生机械的位置移动和运动，可以用它来举、持、掷、击等等，并且因此得到有用的效果"。接着，恩格斯指出了最初的力学上的"力"这个概念还不够符合客体的真实："在这里运动看起来是产生出来的，而不是转移过来的，于是就引起这个概念：力一般地产生运动"。[12]后来，力被定义为是"使物体获得加速度的别的物体的作用"。这个定义进了一步，但是力的客观性质仍然没有得到完全和充分的揭示，因为"别的物体的作用"究竟是什么——是物质固有的，还是什么非物质的神秘的力量推动起来的？——并未揭示出来。最后，当力被定义为是"物体运动状态变化的原因"，或者更确切些说，"力是在相应条件具备时运动的位移"，[13] 这个定义是运用范畴（运动、变化、条件、原因等等）来反映对象的，力的客观性质在这个定义中也就得到了最充分和最完全的揭示。这个实例证明：正是范畴才是能够完全和充分地揭示对象的客观性质的思维形式。在普通概念和其他思维形式中所具有的主观性成分（例如用个人或人类的特征或行为来度量、解释客观事物，用流行语言或流行称谓、术语来表达概念的涵义等等），在辩证逻辑的范畴中被最大限度地得到清洗，因为这些范畴是经过亿万人对客观世界的认识而提炼出来的，因而它对于普通概念及其他思维形式中所具有的那些主观性成分也洗刷得最为彻底。正如列宁所说："当思维从具体的东西上升到抽象的

东西时，它不是离开——如果它是正确的……——真理，而是接近真理。物质的抽象，自然规律的抽象，价值的抽象及其他等等，一句话，那一切科学的(正确的、郑重的、不是荒唐的)抽象，都更深刻、更正确、更完全地反映着自然"。[14]黑格尔《逻辑学》中的所谓"客观逻辑"部分，实际上就应当是第一性的思维形式。当然黑格尔关于范畴的那种排列顺序和排列方法，以及他给那些范畴所下的定义，则要加以分析和重新研究，批判地吸收其合理的内核，扬弃其唯心主义的糟粕。

五

辩证逻辑的研究可以使我们开阔视野，在传统的思维形式之外发现新的思维形式，例如概念前判断就是其中的一种。

经验表明，在现实的认识过程中，当我们对于一个事物还没有形成概念以前，就可以对它形成某种判断，虽然这时的这种判断还不能以明确的概念来表达。例如我们对一个人，在未对他形成某种概念以前，就可能判断这个人"不简单"，或"不对劲"等等，就是这种情形。概念前判断是感觉，但已不是纯粹的感觉，而是有思维成分的感觉；概念前判断是思维，但又不是完全的思维，而是感觉阶段的思维。思维参与到感觉阶段，这是思维的能动作用的表现之一。

感官最先感触到的，是客体的现象。思维最初对于这个现象还说不出什么来，还不能用合适的概念来表述它，最初只能对它称呼为"这"。例如从来没有见过日蚀，而又毫无日蚀知识的人，突然看到了日蚀——天上大半个太阳发黑了，于是这个人一边看着被蚀的太阳，一边在思维中引起的第一个反

应就是“这……”。这是什么？此时还属未知。但是，这个“这”，已经是一个判断的原始主词，它反映着和表达着被观察到的客体的现象。“这”是什么呢？对于这个从来没有见过日蚀、也毫无日蚀知识的人来说，他所能做出的第一个回答就是：这是一个我所不了解的客观存在的东西。用哲学的或逻辑的语言来说，“这是一个自在之物”。这个判断实际上就是把称之为“这”的现象和“自在之物”这个范畴联系起来，所以能把二者联系起来，不是由于人的头脑具有什么先验的思维能力，而是依据着人类亿万次的实践而证明了的一个“公理”——现象就是自在之物，就是自在之物的表现，就是反映在人的感官中的自在之物。

“自在之物”是判断的原始宾词，是对于所观察到的现象的最初的也是最缺少具体内容的概括。用联词“是”将原始主词“这”和原始宾词“自在之物”联系起来，就成为第一个概念前判断——“这是一个自在之物”，其含义就是“这个所观察到的现象是一个我所不了解的客观存在的东西”。这是人在认识任何事物的过程中所能做出的第一个概念前判断。假如思维着的人是一个实事求是的人，他就会老老实实地做出“这是一个自在之物”这样一个最初的判断。假若思维着的人是一个中世纪的神甫，或者是旧中国的巫婆，当他看到日蚀的时候，可以信口地做出许多判断，诸如“这是上帝将要降祸于人间”啦，是“天狗吃日”啊，等等。但是，不论神甫和巫婆对日蚀说出多少个“判断”，并没有改变事情的实质——即他们对日蚀的认识并没有超出“这是一个自在之物”这样一个概念前判断的阶段。日蚀对他们来说，依然还是一个他们所“不了解的、客观存在的东西”。只不过是加进了他们对这一客观现象

的主观歪曲。贝克莱大主教如果看到日蚀，他会说："啊，那是我的'感觉的组合'"。黑格尔教授要是看到日蚀，则会在日蚀的科学解释后面附加上自己的一个解释："这是'绝对精神'异化的一个表现啊！"由此可见，唯心主义的解释并没有、也不可能把认识推向前进，反而将人的认识引向混乱和迷误。康德虽然承认自在之物，但是却否认它可被认识。在思维的这个最初的环节里，就包含着基本的哲学观点的对立。事实与康德的武断相反，当我们对某一对象做出"这是一个自在之物"的判断时，这个对象对于我们来说就已经不是一个完全的自在之物了，因为在这里面已经包含着我们对它的第一个认识，而且在做出这个判断时，也确实经过了主体的认识活动：将这个对象从自己已知的事物中区分出来——这不是一个已知之物，并对它存在的确实性进行了验证，确认这不是一个主观的幻影。

列宁在论到黑格尔逻辑的时候说："显然黑格尔是把他的概念、范畴的自己发展和全部哲学史联系起来了。这给整个逻辑学提供了又一个新的方面。"[15] 列宁肯定了黑格尔把逻辑学和哲学史联系起来的思想，同时也反对他的牵强附会。逻辑和哲学史的联系应当是：在现实的认识过程的每一个基本思维环节中，应用哲学史上与之相应的典型论争，作为阐明认识中规律性、原则性问题的经典性例解，来说明应当怎样唯物和辩证地思考，怎样防止走向唯心主义。

"这是一个自在之物"，这看起来是一个很简单的判断，但是在对复杂事物的认识中，也不见得就很简单。在历史上每当出现或发现前所未有或前所未见的新事物的时候，人们往往还把它当作是已经知道的旧事物，还用对旧事物或已知事物的概念来解释它，只是在这种解释碰了很多钉子之后，人们才

开始认识到这是一个前所未知的自在之物，才把它当作一个自在之物来认识。例如十九世纪末，当物理学最初发现电子的现象之后，许多人并没有立刻认识到这是一个从前未发现的、人们还不了解的新东西，依然还把它当作是一种"原子"，并因而认为它具有跟最轻的原子——氢原子一样的质量。后来，才逐渐认识到电子和原子在性质上是完全不同的东西。

"这是一个自在之物"——这只是概念前判断中的一个判断，我们以它为例来说明概念前判断这种思维形式的某些特点，它直接地借助于逻辑中的范畴来构成判断、进行思维。这个(即第一个)概念前判断，是现实的认识过程的起点，也是辩证逻辑这门科学的理论体系的起点。

辩证逻辑对于提高人的认识能力具有非常重大的意义。伟大革命导师马克思在《资本论》的创作中熟练地应用了辩证逻辑。列宁指出："虽说马克思没有遗留下《逻辑》(大写字母的)，但他遗留下《资本论》的逻辑，应当充分地利用这种逻辑来解决当前的问题。"[16]举世公认，《资本论》中的思维效率和认识成果率都达到了非常高的水平。而辩证逻辑的应用是决定性的因素。马克思、恩格斯、列宁无论在科学理论上或者在解决革命的实践问题上，都表现出极高的思维效率和认识成果率，同样，这也是由于他们真正掌握了辩证逻辑。有理由认为，深入研究辩证逻辑是提高人类思维效率和认识成果率的关键之一。在人类历史上，形式逻辑、数理逻辑和电子计算技术的产生，是人类思维效率提高的几个里程碑。辩证逻辑的建立，必将成为提高人类思维效率的又一个里程碑。可以预料，辩证逻辑也将反过来推动形式逻辑、数理逻辑和电子计算

技术的发展。辩证逻辑一旦成熟起来并且和电子计算机结合起来，就将会有更多部分的人类思维活动被纳入电子计算技术的范围。虽然电子计算机永远不可能代替人脑的作用，但是，随着逻辑科学和计算技术的发展，将会有更多成分的脑力劳动为人脑活动的辅助工具——电子计算机或人工智能所代替。这将为提高人类认识成果率和思维效率开创出新的无限广阔的前景。

[1] 《马克思恩格斯选集》第3卷，人民出版社1972年版，第574—575页；
[2] 《马克思恩格斯全集》第20卷，人民出版社1971年版，第661页。
[3] 列宁：《哲学笔记》，人民出版社1956年版，第67页。
[4] 同[3]，第62页。
[5] 同[3]，第78—80页。
[6] 同[3]，第159页。
[7] 同[1]，第564页。
[8] 同[1]，第125—126页。
[9] 《列宁选集》第4卷，人民出版社1972年版，第453页。
[10] 同[3]，第262页。
[11] 同[3]，第233页。
[12] 恩格斯：《自然辩证法》，人民出版社1955年版，第239—240页。
[13] 同[12]。
[14] 同[3]，第155页。
[15] 同[3]，第91页。
[16] 同[3]，第233页。

思维科学与人工智能

张　锡　令

钱学森教授在《关于“第五代计算机”的问题》[1]及《开展思维科学的研究》[2] 两篇重要学术报告中，阐明了思维科学与智能机的相互关系，从而也指出了人工智能学科的研究方向。本文试图用这两篇文章的观点和方法，对人工智能及智能机的有关问题略抒刍见。

一、思维科学与人工智能

从不同角度出发研究思维的各别侧面虽已有相当漫长悠久的历史，但是只有当社会发展到面临信息化和新技术革命的年代，人们才真正感到有全面、完整、系统地研究思维机制的现象的需要；也就是要总结和运用“人认识世界”的规律和方法来提高人类自身的智能水平，并使机器、首先是计算机智能化——最终达到将人类创造的全部精神财富最充分地保存、调动和利用起来为社会进步服务。要实现这样宏伟的目标，在现代科学技术体系中，建立与自然科学技术、社会科学技术等相平行的思维科学这样一个科学技术大部门实在是当务之急。

早在1980年前，钱学森教授就提出建立思维科学的设想。经过几年发展，思维科学体系的内部层次结构更加清晰明确。与此相应，国外也崛起所谓认知科学（Cognitive Science），它主要包含认知心理学（Cognitive Psychology）和人工智能（Artificial Intelligence）两大平行分支，前者着重研究利用计算机仿真技术建立人的认知模型，后者则着重研究如何运用人的知识经验使机器、首先是计算机智能化[3][4]。但是国外的认知科学一般只从个体角度去研究思维，不涉及思维类型的基础研究，特别是尚未注意到搞清形象思维机制的重大理论意义和实用价值，因而可以看成是狭义的思维科学。

尽管用机器代替人的部分脑力劳动的思想可以追溯到莱布尼茨，但是只有在高速电子数字计算机问世后，人们才较深刻而具体地认识到计算机和人脑在符号（信息）处理这一点上有其相似性，而正是这种相似性奠定了人工智能赖以形成、发展的实质基础[5]。

二、人工智能研究的方法论问题

人工智能的诞生地是美国。早期的人工智能程序（下棋、简单数学定理证明、解谜），几乎全部是为直接模拟人的智能行为（Intelligent Behaviours）而编制的。编制这种程序要以人的经验而不是以逻辑推理为依据，这种模拟采用刺激——响应模型，而将人的思维机制作为黑箱处理。程序编制则用启发式技术（Heuristic Techniques），所谓启发式方法或直感方法或形象思维方法实质上是一致的[6]。由于缺乏理论指导，当时的启发式方法水平不高，能解决的问题也比较简单，

这类问题往往被人称为玩具问题(Toy Problems)，因而受到数理逻辑学家的非议，出现了所谓逻辑学派与心理学派之间的方法论之争[7]。

1965年J.A.Robinson提出了著名的归结法则(Resolution Principle)，标志着人工智能中定理的机器证明，或更确切地说，自动演绎这一分支的开始。由于全部推理过程只需运用一条简单的推理规则，颇引人入胜，一度被誉为人工智能研究中的重大方法论突破[8]。此后便出现了一股"归结热"，对之作各种形式的改进并将其推广应用到人工智能其他领域的研究蔚然成风[9]。

七十年代初期发现归结法则不能解决人工智能的一切问题，甚至不能圆满证明只具有中等难度的数学定理，对归结法则的"热望"不免演变为"失望"。但当人们冷静下来进行较缜密的分析后，终于发现企图用任何一种与问题领域无关的纯解析的全能形式系统来解决一切问题的努力均是徒劳无功的[10]。要计算机能处理现实世界的复杂问题而不仅是原理性探索，只靠推理是不够的，更重要的是必须拥有和问题领域有关的知识经验和常识(Domain Specific and Common Sense Knowledge)。1977年Feigenbaum在第五届国际人工智能联合会上作了题为"人工智能的技艺"的邀请报告[11](这里的技艺Art，是相对于科学Science而言的)。报告中系统地介绍了斯坦福大学直感式(启发式)程序设计项目(Heuristic Programming Project，缩写HPP)，并首次提出了知识工程与专家系统的概念。这一成果，不但标志人工智能发展中的重大转折，而且也开辟了计算机应用的新时期。日本之所以毅然决定研制所谓第五代计算机，并成立了相应

的专门机构ICOT，是因为他们经过两年预测论证，看到了九十年代计算机应用主要将以专家系统形式出现[12]。在1984年6月于北京举行的中美人工智能双边讨论会上，Feigenbaum指出专家系统的体系结构(Architecture)包含知识库(Knowledge Base)、推理机(Inference Engine)和灵活的人机接口(Man-Machine Interface)三大要素[13]。直感式程序设计项目(HPP)的成功，不但使斯坦福大学的计算机系跃居全美国首位，而且也重新奠定了心理学派在人工智能研究中的重要地位。

Feigenbaum对人工智能的贡献是毋须多言的，但是他的哲学思想似尚存在商榷余地。笔者认为主要有下面两问题：其一，他在强调经验知识时(这当然是正确的)轻视逻辑推理和理论，特别是否认有将经验上升为理论的必要；其二，他在强调软件时把硬件置于怎么搞都行的十分次要地位。Feigenbaum曾不止一次地讲："莱特兄弟造飞机时还没有什么空气动力学，可是飞机照样飞起来。"对此，美国人工智能界另一权威人士Samuel在第八届国际人工智能联合会上，把持上述观点的人称为观鸟飞派(Wa ch BirdsFly)，而他自己则属于回到空气动力学派(Back To Aerodynamics)[14]。Samuel的特邀报告获得大会颁发的最佳服务奖，可见Feigenbaum的过分极端的观点在其国内也未为人普遍采纳。事实上莱特兄弟的简陋飞行器确实上了天，但是没有空气动力学能有今天的洲际导弹、航天飞机吗？Feigenbaum重视经验知识，在世界上首次提出了知识工程，使人工智能从徘徊的道路上跃入新的发展阶段；但是，倘若不加分析地追随他的观鸟飞派的技术路线，却有可能使人工智能的进一步发展受到影响。

面对以知识为基本单元的大量信息处理任务，必须进一步提高现有专家系统的性能，使其不但能推理，还具有学习、联想的功能，才能扩大其应用范围。应该清醒地看到，目前人工智能研究成果尚不足以应付如此艰巨的任务。1984年10月在德克萨斯举行的美国第四届人工智能学会年会上，美国国防部高级研究项目管理局（DARPA）针对日本的第五代计算机提出了为期十年的机器智能技术计划（Program in Machine Intelligence Technologies），但与此同时一些专家却举行了旨在避免或克服所谓“人工智能”危机的专题讨论会，他们的意见是：在应用目前已实用化的人工智能技术（只占人工智能中很微小的一部分）的同时，必须说服全世界，还有许多基础研究要做，如不注意这点，就会面临困难[15]。

但是在这些基础研究中最根本的究竟是什么，过去一直是不清楚的。甚至连启发式或直感式这样的基本方法，理解上也不完全一致，比较有代表性的看法是：“直感式（直感方法、直感规则）是从实际经验得出的、能在问题空间中有效地限制搜索量的一种规则、策略、诀窍、简易措施或任何方法。直感式不保证给出最优解，甚至不保证给出解（即使这个解是存在的）。对一个有效直感式能说的一切是：在大多数情况下，这些直感式能给出令人满意的问题解答”[16]。这当然不能算严格的理论。如果我们运用系统论的观点，将人工智能、知识工程看成思维科学体系中的工程技术层次，那么就会发现这里的问题实质在于搞清形象思维的机制。钱学森教授不但指明了形象思维是我们研究思维科学一项最重要的任务，建议把它作为当前思维科学研究的一个突破口，而且也给出了研究形象（直感）思维学的途径，实际上这也揭示了人工

智能理论研究的根本方向。关于形象思维，国内张光鉴同志已进行了多年的研究，他提出的“相似论”，为形象思维的理论研究提供了一个先例。

重视形象思维不等于忽视逻辑思维，必须正确处理两者之间的关系。实际上，日本第五代计算机核语言的原型PROLOG就是一种初步体现逻辑程序设计基本思想的语言，这种语言将知识的描述和使用有机地结合起来，人们藉助于它，只需告诉计算机“做什么”（What to do)而将“怎样做”(How to do)的任务由机器自行安排。有人认为，日本第五代机以PROLOG为原型开发其核语言，是对美国软件生产统治地位的威胁[17]。因此，日本在经过技术论证之后认为，如果把建立知识信息处理技术作为新一代机的第一目标而将根本上解决软件生产作为第二目标的话，那么PROLOG便是同时达到上述两个目标的不可缺少的重要基础[18]。

综上所述，国外人工智能研究方法论中逻辑学派与心理学派之争，有时似使人感到迷惘而莫知所从，但从思维科学的角度来看，无非是形象思维和逻辑思维的关系问题，而其出路则正如钱学森教授早就指明的那样，在于突破单纯的逻辑，把经验和推理结合起来，而这正是思维科学研究的重大课题。

三、人工智能与智能机

日本将他们倡议的第五代机计划理解为包括以人工智能技术为核心的软件技术、硬件技术及一切基础理论的研究开发计划。就软件技术而言，大体上包含以下六个方面[19]：

1. 采用与以往计算机语言迥然不同的逻辑程序设计语

言为原型开发核语言来构筑软件体系；

2. 程序设计的自动化和智能化，即只要给出程序的规格说明，系统能自动完成程序的生成和验证，其最终目标为推理型程序设计(Inferential Programming)；

3. 运用知识工程的技术(知识库、问题解决技术等)构筑新型软件系统——专家系统；

4. 新的体系结构构造技术，分个人顺序推理机 PSI，关系数据库机 DELTA 及平行推理机 PIM 三个层次；

5. 与使用逻辑程序设计语言的个人顺序推理机相适应的新型操作系统；

6. 开拓以知识信息处理为共性的面向应用的各种新领域。

需要说明的是：日本在提出所谓第五代计算机研制计划(KIPS)之时，已在模式信息处理系统(PIPS)的研究方面获得成功，因而在用语音、文字、图象、图形进行人机通信等方面有所进展。此外，超大规模集成技术(VLSI)、并行计算技术对研制第五代机也是必不可少的。

目前，以人工智能技术为核心的第五代机受到日本政府部门以及整个产业界的关注。日本科学技术厅研究调整局长福岛公夫根据航空、电子等技术审议会报告，甚至提出了人工智能的研究开发要面向第六代机的观点[20]。他将人工智能技术归结为模式识别技术、知识关连技术、学习关连技术、问题求解关连技术、自然语言关连技术及人机通信(接口)技术等方面；并认为这些技术的综合运用将在专家系统、智能计算机辅助设计/制造、图象理解、口语理解、机器翻译、智能机器人等综合性人工智能应用系统的研制中起巨大的作用。面对

日本向世界的挑战，美国的 DARPA 计划、英国的阿尔维计划、西欧的 ESPIRIT 计划纷纷问世，人工智能领域呈现出一派“繁荣兴旺”的景象。但是在“繁荣”的背后存在两个问题。那就是基础理论薄弱和人才匮乏，如果不采取有力措施解决上述问题，那末在“旺季”过去后，人工智能将面临“淡季”，也不是没有可能的。

作为思维科学的一个工程技术分支，人工智能的蓬勃发展将为思维科学的应用提供广阔的天地，而思维科学的建设也将为人工智能提供殷实的理论基础。在党的领导下，在马克思主义哲学的指引下，在全国思维科学工作者的共同努力下，思维科学这棵新苗一定会茁壮地成长起来，为我国四个现代化的宏伟大业作出应有的贡献。

[1] 钱学森，《自然杂志》，1(1985)

[2] 钱学森，《大自然探索》，1(1985)。

[3] "Report of the Research Briefing Panel on Cognitive Science and Artificial Intelligence", National Academy of Science.

[4] "The Science of Cognition"in"Five Year's Outlook of Science and Technology", 1983, National Academy of Science.

[5] "Artificial Intelligence"in"What Can Be Automated".

[6] 钱学森，《哲学研究》，1(1979)。

[7] A.D.C.Holden, "Trends in AI", IEEE Transactions on Computer, April, 1970.

[8] Chang, C. L., Lee, R.C.T., "Symbolic Logic and Mechanical Theorem Proving", Academic Press, 1973.

[9] Special Issues on Automated Theorem Proving, IEEE Transactions on Computer, August, 1976.

[10] W. W. Bledsoe, "Non-resolution Theorem Proving", an Invited Lecture at the 4th IJCAI, September 1975.

[11] E.A.Feigenbaum "The Art of Artificial Intelligence", an Invited Lecture at the 5th IJCAI, 1977, MIT.

[12] Philip C. Treleaven and Isabel Gouveia Lima, "Japan's Fifth-

Generation Computer Systems", Computer, August 1982.

[13] E. A. Feigenbaum, "Why Knowledge Engineering?" an Invited Lecture at the Sino-US Workshop on AI, Peiping, June 1984.

[14] Arthur L. Samuel, "AI, Where It has been and Where It is going", The Distinguished Service Award Paper at the 8th IJCAI, 1983.

[15] Panel; The "Dark Ases" of AI—Can We Avoid Them or Survive Them? The National Conference on Artificial Intelligence, August 1984.

[16] Feigen baum, E.A., and Feldman J. (Eds)1963. Computers and Thought. New York, Mc Graw-Hill, Also in Chapter II; Search, The Handbook of Artificial Intelligence, Vol I, Edited by Avron Barr and Edward A. Feigenbaum, 1981.

[17] De Kleer, Johan, "What's Right? What's Wrong? and What's Reall?" Artificial Intelligence Vol. 22, 1984, North Holland.

[18] 古川康一・渕一博, "知識工学と第五世代コンピュータ", 知識工学特集, オペレーションズリサーチ, 1983年6月号.

[19] "第5世代コンピュータはソフトウエア開発方法を変えるか" Bit, Vol 16, No. 10, 1984, (Panel Discussion)

[20] 福島公夫, "第6世代コンピュータへのアプローチ 人工知能研究開発の指针を探る
二航空, 電子等技术審議會報告からウニ省力と自动化, 1984, 4.

思维的一个确定型离散数学模型

——计算机能模拟大脑吗？

洪　加　威

本文对生命和思维给出一个离散的数学模型，并在这个基础上对难解性问题的意义、计算机能否模拟人脑、思维和存在的同一性以及第五代计算机的研制等问题作一些探讨。

一、难解性问题的提出

计算机能够象人那样思考吗？这是一个引起了广泛兴趣和无穷争论的问题。从来就有两种针锋相对的意见。一种认为，既然人的大脑也是物质的，为什么不可以造出机器来模拟它呢？今天还没有造出来并不等于明天造不出来，更不等于永远造不出来。为了说话方便，不妨把这种观点叫做乐观的论点。另一种则认为，机器总是人造的，怎么有可能达到和超过人的水平呢？计算机的程序也都是人编的，它怎能超过编程序的人呢？机器只能做机械的事情，根本不可能象人那样进行比如说辩证的思维。我们不妨把这种观点叫做悲观的论点。这种思辨式的争论，可以年复一年地进行下去，很难得出

多少新的有用的结论。

要使讨论深入下去，只有运用自然科学的和数学的方法，作些具体的研究。计算理论中的成果当然会首先被用来作为探讨这一问题的工具。例如著名的难解性问题，就被用来作为一种新的悲观的论据。什么是难解性问题呢？先考虑下面的例子：假定两个儿子要分遗产。共有五件东西，各值11、32、75、81、113元。要求两人分得的东西的总价值一样，问能办到吗？读者一眼就可以看出来。这是办得到的，因为 $11+32+113=75+81$。一般来说，给了若干个正整数，就可以问能不能把它们分成总和相等的两部分。现在，我们想让计算机来解答上述问题。即希望编出一个程序，使得各个整数输入计算机并经过计算以后，机器就能正确地回答：能或者不能。

这件事看来很容易：我们总可以编一个程序，把各种可能的分法都试它一遍，就知道到底能不能分成总和相等的两部分了。但是随着问题规模的不断增大，可能分法的数目就越来越大，以致计算花费的时间与整个输入长度的指数函数成正比，造成了所谓的组合爆炸或指数爆炸。当输入的长度（问题的规模）稍大一点，就变得实际上无法计算，所以称为难解性问题。分遗产的问题只是难解性问题中的一个，还有许多别的难解性问题。

有充分的证据可以认为，只要一个问题是难解的，就不可能找到一个现实可行的程序（即时间耗费是输入长度的一个多项式函数而不是指数函数的程序）来解决它。要解决它，一定会引起时间上、元器件数量上、或者程序长度上的指数爆炸。

人们自然要问，计算机连这种简单的分遗产问题都解决

不了，还能模拟人的思维吗？显然，这一结论在争论的天平上为悲观的方面加上了一个新的砝码。然而，这种说法是不是真有道理呢？

二、思维的一个数学模型

之所以能对计算机做出上面这种否定的结论，是因为我们对于什么是计算，什么是计算机有了一个精确的概念和定义。其实，上面分遗产的数学问题，当输入大到一定程度，人脑也无法解决。只不过因为谁也说不清人脑的思维活动到底是什么，所以也就无法给出一个关于人脑的否定性结论。

为了深入地研究思维的活动，我们不妨也把思维加以抽象，给它造一个数学的模型，在严格的模型下作一些严格的推理，看看能得到什么样的结论。这样做有两方面的意义：一方面，如果模型大体正确，我们就可以得到大体上正确的定量结论；另一方面，如果我们由此得出了荒谬的结论，这也可以说明思维的模型不应当是这个样子的，对思维的研究也就深入了一步。本文的主要目的之一就在于从这样的讨论中得出一些启示。

我们不妨先不局限于人的大脑，而把思维看作是生命的一种信息活动。它实际上是生物个体的各细胞之间在环境影响下的一种相互作用。

从生物学知道，生物个体的所有细胞都是由一个单细胞（受精卵）分裂而成的。这些细胞，不管是眼睛上的一个细胞也好，皮肤上的一个细胞也好，染色体 DNA 上的基因都是完全一样的，只不过是处于不同的状态罢了。生理学中较早的

一种学说认为，受精卵会分裂成两个完全一样的细胞，而这两个细胞又会分裂成四个完全一样的细胞，……如此等等。根本没有提到不同的状态。这种学说当然是太简单了一点：如果细胞一直这样分裂下去，最后哪里是孩子的眼睛，哪里是鼻子呢？目前已经证实，人脑是由许多种的细胞构成的，有人估计有五千万种之多，但它们的基因都是相同的。因此我们可以认为是同一的细胞处于许多种不同的状态。当然，这里状态的不同可以表现在形态上，还可以有另外的表现形式。例如，在神经元的模型中，就假定了每个神经元或者处在兴奋状态，或者处在抑制状态。这两种状态还可以经常转换。甚至可以在许多个不同的状态间转换。于是，我们可以一般地假定：Q是一个有穷的状态的集合，每一时刻每个细胞都处在Q中的某个状态q。

从神经生理学知道，每个细胞又伸出许多的支叉，用突触联向别的细胞。如果每个细胞的突触数目不超过k，我们就可以不失一般地假定每个细胞都恰有k个突触。因为，若只有不到k个突触联向别的细胞，就可以认为其余的突触都是联向自己的。我们用集合k＝{1，2……，k}中的数字来标记每个细胞的k个突触，并且把它的第i个突触所联向的细胞称为它的第i个邻居。每一个突触就好象电子计算机中的一个开关。目前，电子计算机的开关都是固定的，而人脑中的突触的联接却是不断变化着的，从而细胞之间的邻居关系也不是一成不变的。只有这样，才能解释人的思想的发展变化过程。

已经强调过，我们只准备给出一个离散的、确定型的模型。所谓离散的，就是把时间看做是一串离散的无穷序列，把被研究的系统看作是由有限个或可数的局部构成的。在任何

时刻，对于每个局部，它的状态及其与其他局部的关系，都有一个有穷的描述。所谓确定型的，就是说系统中每一部分在每一时刻的状态都由上一时刻该局部的状态以及与它有关的其他局部的状态唯一地确定。连续的系统，混合的系统，非确定的系统的讨论过于复杂，超出了本文的范围。

根据以上的讨论，在每一时刻，每一个细胞都可以根据自己目前的状态以及它的 k 个邻居的状态（用数学的语言说，即根据Q^{k+1}中的一个元素）来做以下几件事情：

1．确定自己在下一时刻应转换到什么状态。这可以用一个映射（函数）φ 来表示：

$$\varphi: Q^{k+1} \to Q.$$

2．移动突触。把自己的第 i 个突触（用 k 中的一个元素 i 表示）从自己的第 i 个邻居B移到第 i 个邻居的第 j 个邻居C（用 k 中的一个元素 j 表示）。移动之前C是它的第 i 个邻居的第 j 个邻居，移动之后C变成了它的第 i 个邻居，而B则可能不是它的邻居了。这可以用下面的映射 ψ_1 表示：

$$\psi_1: Q^{k+1} \times K \to K.$$

3．可以把第 i 个突触（用 k 中一个元素 i 表示）从原来的第 i 个邻居上摘离，生成一个新的细胞S（称为它的儿子），把自己的第 i 个突触指向 S，令S的突触全部指向父亲，并令儿子S处于某状态 $q \in Q$。这可以用映射 ψ_2 表示：

$$\psi_2: Q^{k+1} \times K \to Q.$$

但因为在任何一个突触上，2和 3 两个动作只能有选择地执行一个，故可以把 ψ_1 和 ψ_2 两个映射归并为一个映射 ψ：

$$\psi_2: Q^{k+1} \times K \to K \cup Q.$$

其中，$K \cup Q$ 表示两集合的并集（假定K和Q是不相交的两集

合）。

Q中的某些状态称为死亡状态。若细胞B进入死亡状态，则B和它的突触将消失掉。如果细胞A有突触指向B，则该突触将自动指回A自己。

从以上讨论可以看出，一个生命在开始的时候是一个单细胞，处在Q中的某个开始状态q_0。然后一步步分裂，发展成一个互相用突触联在一起的细胞团。在发展的过程中，通过各细胞状态的转换交换着信息。这一切都是由基因决定的。具体的说，是由两个函数φ和ψ决定的。这两个函数是基因功能的具体体现，我们不妨称之为基因函数。它们是遗传的结果。不同的物种很不相同。同一物种的不同个体间则大同小异，通过遗传和变异，按照竞争和适者生存的原则，不断进化。

在生命的发展过程中，还必需考虑环境的作用。生命从环境感知信息，所以环境影响生命的发展。环境不仅有自己发展变化的规律，而且受生命对它进行改造的影响。比如说，人类为了认识自然，可以做科学实验，去变革环境。因此要对环境作一个合适的数学的抽象，绝不是那么容易的事情。为了简单起见，我们先考虑生命只感知环境而不变革环境的情况。更复杂的情况（有变革的情况）可以用数学的方法归约为这种较简单的情况，但是已经超出了本文的范围，以后有时间再探讨。

我们把环境抽象成一个不断变化着的窗口。假定这个窗口由一个二维的（三维和更高维的情形也完全一样讨论）平面上的整数格点所组成。在任何一个离散的时刻t，格点(i,j)都处于某个状态$q(i,j,t)$。我们以后把函数$q(i,j,t)$称为环

境函数。

为了说话的方便和数学上的简洁性，可以假定环境上的每个格点都是一个“固定不动的”细胞，它分别用四个突触联向它的上下左右四个邻居，这种联接关系是固定不动的。我们不妨假定细胞(i,j)在时刻 t 的状态 q(i,j,t)也是集合Q中的元素(如果不是，只要把Q扩大一点就行了)。

总之，当环境函数 q(i,j,t)给定之后，环境上的细胞(i,j)(注意它们不是真正的细胞，只是为了方便才称它们为细胞)在时刻 0 的时候处于状态 q(i, j, 0)，在时刻 1 转变成状态 q(i,j, 1)，……等等。和生命没有关系。它们之间的联接也是固定不变的。在时刻 0(开始时)，我们假定有一个受精卵，处在状态 q_0，而且有一个突触联向环境的原点(0,0)。于是，它可以读到此时原点的状态q(0,0,0)。根据它目前自己的状态 q_0 和它读到的它的邻居(现在是环境上的原点)的状态，以及它的基因函数 φ 和 ψ，这个细胞可以不断分裂、发展成一个联接在一起的细胞团，而且沿着环境的窗口“爬开去”，与此同时不断读到窗口上变化着的信息。因此，生命的发展是基因和环境的综合结果，也即先天和后天的综合结果。在我们这里，基因函数 φ、ψ 和环境函数 q 完全地确定了生命的发展的过程。

三、计算机能模拟人的思维吗?

给出思维的模型是为了把它同计算的模型相比较。并行的计算模型有向量机器、并行随机存取机器、超大规模集成电路等等。我们可以把计算机看作是一个在许多块超大规模集

成电路的硅片上构造起来的高度并行的机器，所以也是一个离散的、确定型的系统。和上面提到的生命和思维的模型的最大不同，就在于并行计算机的各部分的联接是固定不变的，元件也不会分裂或死亡。但思维的模型中，我们看到突触是可以生长和移动的，细胞是可以分裂和死亡的。

如果我们把环境当做计算机的输入，当然可以用计算机来模拟生命和思维的过程。问题是这种模拟的复杂程度如何，在模拟需要的时间上和机器的硬件上会不会产生指数爆炸的情况。特别是，环境在不断地变化，不会因为模拟的速度慢而等待。所以要考虑，计算机的基频要快到什么程度才能象被模拟的生物一样适应环境的变化。

除了要考虑时间（并行机所用的并行时间）、空间（并行机的元器件总数）之外，还要考虑程序的复杂程度。什么是程序的复杂程度呢？对于生命和思维的模型而言，就是为了把一个生命和一切别的东西（包括一切可能的别的物种和本物种中一切别的个体）区别开来所需要的全部的信息量。具体地说，就是把基因函数 φ 和 ψ 写下来的长度，因为我们知道，这两个函数完全地确定了生物个体在环境中的行为。这个长度大体上相当于把生物个体基因上的全部遗传密码写下来的长度。它是一个天文数字。我们以后就称它为生物的基因复杂度。对于并行计算机来说，程序的复杂程度在不同的模型上定义也不相同。大体上说，对于向量机器而言，它是程序的长度。对于超大规模集成电路来说，它相当于机器的逻辑设计说明书的长度（因为它已经把程序"硬化了"）。

假定生命活动的时间是T（或者我们只对从时刻0到时刻T这一段的情况感兴趣），这段时间内活着的细胞的最大数为

S。并行计算机的运行时间为 T_1，硬件的规模（基本元件的个数）为 S_1。再设生命的基因复杂度为 C，并行计算机的程序复杂度为 C_1，我们便可得到下面的定理。

定理　并行计算机可以模拟生命和思维的过程并且使得以下三式同时满足：

$$\begin{cases} T_1 = O(T \cdot \log^* S) \\ S_1 = O(S^*) \\ C_1 = O(C) \end{cases}$$

其中代表一个不大的正整数，视并行机器的类型和基因函数的复杂程度而定。$S_1 = O(S^*)$的意思是：当 S 增长时，S_1 不超过 S 的一个多项式的常数倍。$T_1 = O(T \cdot \log^* S)$的意思是：当 T 和 S 增长时，$T_1$ 不超过 T 和 logS 的一个多项式的积的常数倍（这些常数一般是不太大的）。还可以证明，为了适应环境的变化，并行计算机的基频只需比生命活动的基频快 $O(\log^* S)$倍，元件数不超过细胞数的一个低次多项式，而且程序复杂度只需大体上相当于生命的基因复杂度。

一般来说，一个很大的数取了对数以后就变成很小的数了。S 的值不可能比 T 大得太多。因为，就算细胞每时每刻都在一分为二，S 也最多是 2^T。所以 logS 总不能超过T。于是我们又得到：

$$\begin{cases} T_1 = O(T^*) \\ S_1 = O(S^*) \\ C_1 = O(C) \end{cases}$$

换言之，我们可以用并行计算机模拟思维的过程，并且使得计算机的元器件数不超过细胞总数的一个低次多项式，模拟所需的并行时间不超过生命时间的一个低次多项式，两者都不会产生指数爆炸。同时，模拟程序的复杂度也大体上相

当于基因的复杂度。

反过来，因为思维的模型比并行计算的模型要复杂得多，用思维的模型来模拟并行计算机，也可以得到类似的结果。以上所述结果的证明是很长的。有兴趣的读者可以参看作者在“Information and Control”杂志上的数学论文*。文章中有一个类似的证明，但未讨论程序的复杂性。我们由此得出结论：思维的模型和并行计算的模型是相似的（其意义为：时间和空间上都是多项式相关联的，程序复杂性上则是线性相关的）。所以，用并行计算机模拟人的思维具有潜在的现实可能性。

四、思维和存在的同一性

既然计算机和人脑是相似的，计算机不能现实地解决任何一个难解性问题，人脑也就不能现实地解决任何一个难解性问题。不然的话，假定人脑能够有办法现实地解决难解性问题，我们总可以按照上面的相似性定理用机器去模拟人脑，就得到一个解决难解性问题的程序，这是一个矛盾。不但理论上如此，实际上世界上也没有一个人能够现实地解决输入规模较大的难解性问题。所以，用难解性问题作为论据来说明计算机不能模拟人脑的论点看样子是站不住脚的。

于是有人要问：既然人脑连分遗产这样简单的问题都无法解决，那还能认识自然吗？看来，问题的提法有了毛病。从数学上看，给了若干个自然数，问能不能分成两部分，使两部

---

* 对于不想了解详细证明的读者，可以参考文献[2]。

分和相等，是非常简单和自然的。但是设想在现实生活里，两兄弟分遗产就没有这么复杂。分得差不多就行了，何必斤斤计较？即便斤斤计较，最后有一点分不平，也可以用其他补偿办法（如一方支付另一方一部分现金）来解决。即使要分的东西很多，价格又很复杂，也不至于会浪费象指数爆炸那么多的时间。

可见，当我们作数学的考虑时，有时可能把问题抽象得过分了。于是，明白无误的数学就把我们引进了一条死胡同。

从原理上来说，各种形式的物质运动的信息活动都有共性。正是因为计算机中的信息活动和大气的信息活动有其共性，才能用计算机预报天气。正是由于人的大脑中的信息活动和自然界的信息活动有其共性，人才能够认识自然。在离散的系统中，这种共性的进一步定量化，就表现为下面的原理：

高级到一定程度的并行离散系统（思维、并行计算机）可以模拟任何一种离散系统的信息活动，使得模拟者的时间和空间都不超过被模拟者时间和空间相应的一个多项式，而且程序的复杂程度（描述的复杂程度）也大致相当。

这是对于作者在计算理论中所提出的计算模型的相似性原理的进一步推广。按这个原理，任何一个在不太长的时间和不太大的范围内能见分晓的离散系统都可以被并行计算机现实地模拟，且比较容易被认识。现实世界中要我们处理的问题往往可以化归为这一类。而对于那些在自然界中本来就要用很长的时间和很大的空间才能见分晓的现象，我们可能需要花费较长的时间和较大的空间才能模拟，也就比较不容易被认识。

例如，用一个小的机器，即使速度再快，也无法精确地预报大范围的天气；同样，在短期内也完全无法知道一千年以后世界的发展。这种情况不但不能说明自然的不可认识，倒恰恰说明了事物是可认识的，而且认识的难易程度无论是在时间、空间上还是在程序的复杂性上，都和被认识的事物本身的复杂程度成正比（严格地说，时间和空间上是多项式相关联的）。

五、智能计算机研制中应该注意的几个问题

我们关于生命和思维的模型虽然已经十分复杂和一般，但仍然可能存在着比较大的问题。好在我们前面已经说过，不管是存在问题也好，不存在问题也好，都可以从中得出反面的和正面的有益结论，从而加深对思维的理解，有利于人工智能和智能计算机的研制工作。

用这个模型来刻划思维，最大的问题恐怕是它的离散性。思维的活动从微观上来看是离散的吗？不见得。我们来列举一些证据。

首先，我们的感知基本上是连续的。我们看到的物体除了它的边界以外，都是连续的。就拿边界来说，也是沿一个方向连续的。不可能想象我们看到的完全是一片随机的光点。如果这样的话，给我们的感觉将是一块灰色的平面——仍然是连续的。听觉、触觉、味觉、嗅觉也莫不如此。其次，我们的动作是连续的，是模拟的。不妨设想一个篮球运动员在罚球点投篮。它完全象是一个模拟计算机，而绝对不是数字式的。再次，我们身体的许多器官，包括大脑和感觉器官，都是在按

模拟的原理工作着。例如眼睛的水晶体，耳蜗管里成千上万的纤毛，体液中的几十种化学成分。已经证明这些成分能跑到大脑里去，影响高级的神经活动。

就此看来，本文二、三、四节的结论是很局限的。但关于生命和思维的连续和离散混合的模型的研究在理论上非常困难，以致很难得到有意义的成果。

我们说计算机可以模拟人，并没有说目前的这种数字式的电子计算机就可以模拟人。目前的电子计算机由于在过早的阶段就把某些物理量抽象成了0或1，所以在很多情况下一开始就丢掉了大量有用的信息。任何物理过程中的信息活动都是某种计算，都和其他运动形式的信息活动有其共性。因此，计算的本质就是一种模拟。计算富里哀变换最快的办法是用一块透镜，计算应力最快的办法是用光弹仪，计算最小曲面的最快方法是用肥皂膜。在这种情况下，每一个分子都是一个小的处理器，在那里不停地计算着，共同地给出了问题的解答。如果用离散的系统描述或者模拟这个过程，虽则可能，但要去模拟每个分子，所需要的元部件实在多得无法实现。

所以说，将来的智能计算机应当是模拟和数字相结合的。我们不仅要研究逻辑思维，还要研究形象思维；不仅要研究离散的系统，还要研究连续的系统；不仅要研究数字计算机，还要研究模拟计算机；重要的是把它们结合起来研究，这也许是我们要得到的第一个结论。

现在，假定我们关于思维的模型大体上是可用的，我们便得出并行计算机模拟人脑是具有潜在的现实可能性的结论。但这还远不是现实。人脑大约有一千亿个脑细胞，突触的数目更可高达10^{15}。比目前计算机的存储量要高出许多个数量

级。而且根据我们的估算，可能要把细胞的数目平方一下才能做到完全的模拟，那就更不得了。好在我们并不需要做到完全的模拟，再加上电子计算机的速度又极快，所以可以弥补一部分不足。

人脑的这些细胞和突触每时每刻都是在并行地工作着，而目前的计算机都是一条指令接一条指令地工作。我们的结论是：并行计算机有模拟人脑的潜在可能性，但目前的冯·诺依曼式的串行机器要模拟人脑则绝无这种可能性。

所以智能计算机一定要采用超大规模集成电路，采用全新的并行体系结构，使得每一个硅片上都有成千上万的处理器同时地在那里运算。但是我们现在不清楚这种高度并行的结构是个什么样子。人们对于人脑并行地处理信息的方式（算法）知道得实在太少了。在很多情况下，它似乎是一种硬件算法，而且很可能是某种硬件概率算法。对于硬件算法、硬件概率算法、并行体系结构要重点研究，这也许是应该得出的第二个结论。

除了从计算的时间、空间复杂性上对人脑和并行计算机加以比较之外，还应该比较人脑和计算机程序的复杂性。前面已经说到，人的程序复杂性大体相当于基因函数φ和ψ写出来以后的长度，也大体相当于人的基因的全部信息量，它是一个天文数字。相当于一个大图书馆的全部藏书量。这里说的还只是一个受精卵的信息量。在一个人的成长过程中，不断感受外界的信息，不断学习，知识不断增多，当成长为一个二十岁的成人时，大脑中的信息量已远非一个受精卵所能比拟的。这些信息都以细胞状态的形式或细胞之间互相联结的形式存放在大脑中。所以说，人脑中的程序是非常复杂的，目前

计算机的解题程序的长度完全无法与之相比。这也许是目前计算机与人脑之间存在的最大差距。

要计算机干一件模拟人的脑力活动的事情，计算机没有足够的“知识”是不行的。比如下象棋，规则不算复杂。可是如果只知道规则，去穷举一切可能的走法，那就会发生指数爆炸，根本不可行。所以要编出一个比较适用的下象棋的程序，还应该让计算机记住各种开局的标准应对，各种残局的标准解答，教给计算机一整套方法去评价中局的形势，给计算机一整套搜索的方法，等等。这样，程序就会越来越长。可是，配有这种程序的计算机仍然下不过高明的棋手。因为棋手还会审时度势，知道对手的习惯下法、绝招和弱点、心理状态、还各剩多少时间、各人已有的积分是多少，等等。此外，还会从其他方面的生活经验中得到关于下棋的启示。而计算机程序中则不具有这些东西。但是设想，如果我们在每一个很具体的问题上都给计算机编了一个专门的程序，或者专家系统，而且还编了一些使得计算机能够把自己的“知识”联贯起来的专门程序，使得计算机对自己各方面的知识能够“融会贯通”，情况又会怎么样呢？也许量变会产生质变，我们现在还难以做结论。

人脑中的程序，或者知识，可以分为许多不同的层次。但主要的有两个层次，即先天的和后天的。先天指的是包含在基因中的程序，有了它，就可以从环境中获得后天的那一部分。如果我们能把这部分搞得清楚一点，就可以让计算机自己去“学习”，阅读所有的书、报、杂志，以取得海量的知识和信息。

不管怎么说，研究知识的表达、知识的获取，知识的提炼和加工，发展知识库机器，发展各种专家系统，尤其是知识处

理方面的专家系统，这些都是使计算机在程序的复杂程度上逐步赶上人脑的必由之路。这也许是我们应该得到的第三个结论。

六、结 束 语

本文采用的方法是自底向上的。这一方法有了很长的历史，但似未曾有人用它对计算机模拟大脑的复杂性作过认真的分析。作者并不认为自底向上的方法是唯一的方法。对于思维和大脑的研究，应该是自底向上和自顶向下相结合的。对于脑科学在这方面的进展，可以参考文献[3]。冯·诺依曼是首先采用离散的模型来研究大脑的人之一[4]。图灵曾经研究过其细胞连成环状的生物的一种连续的数学模型[5]。作者认为，连续的模型、混合的模型以及非确定性的模型的研究也是很重要的，有许多的工作值得去做。

总的来说，作者相信在用计算机模拟人脑的事业中不存在一条不可逾越的鸿沟。但是，目前的研究成果距离这个宏伟的目标来说，还差得太远。因此，现在重要的不是空谈而是做一些具体的工作，以取得具体的突破。

[1] Hong, Jia-Wei, On Similarity and Duality of Computation, Information and Control, 1985. to appear.
[2] 洪加威，《自然杂志》，2(1985).
[3] Arbib, M.A., A view of brain theory, Selforganizing Systems, 1982.
[4] Von Neumann, J., The general and logical theory of automata, Cerebral Mechanisms in Behavior: The Hixon Sympsium. 1951.
[5] Turing, A.M., The chemical basis of morphogenesis, Phil. Trans. Roy Soc. Lond. 237; 37—72. 1952.

计算机与思维科学

马 希 文

一

如果说劳动工具是人手的“延长”，那么计算机就是人脑的“延长”。这里指的是通用数字计算机或电子计算机。

其实，自计算机发明之日起，它所做的一切工作，都是那些通常要靠人脑来完成的工作，不管是科技计算、信息处理，还是文件编辑、过程控制。随着计算机技术的进展以及使用方法越来越丰富多彩、灵活巧妙，计算机的应用领域不断扩大，出现了专家系统、机器翻译、定理证明、问题求解、模式识别、语言理解等等，这些是计算机应用的前缘，构成了人工智能学科的主要内容。

计算机是进行信息处理的，其中的“信息”就是指有限长的符号序列这种形式的信息，而“处理”的过程就是按预先编好的程序对这种序列做有穷的形式变换，以取得一组新的符号，这就是“计算”(包括数值计算和非数值计算)。但是许多具体问题怎样用这样的办法来解决，却不是一目了然的，往往需要高超精湛的技巧。塞缪尔设计的能自行改进的棋弈程序就是一个有名的例子。

这个程序会下跳棋——欧美流行的一种以吃子为目的的棋戏，使用国际象棋的棋盘，但比象棋简单得多。利用一种适当的计分办法对棋盘上自己一方的各种局势做出评估，就不难编出一个程序来，使计算机能够成为一名棋手和人对弈。在对弈的过程中，计算机要对以下若干步可能出现的种种局势进行搜索，以便找出对自己最有利的棋步。改进上述计分办法，就可以提高计算机棋手的"棋艺"。然而，要想使计算机能自行做到这一点，却非易事。因为这种计分办法体现着人们关于这种棋的经验和理论。塞缪尔的程序从某种初始的计分办法开始，经过一段自行改进的过程之后，棋艺明显提高，甚至战胜了它的设计者。当这个成果报告出来之际，人们普遍感到意外，是十分自然的。

系统地发展人工智能的技巧，提高计算机应用的灵巧性，以便扩大计算机的应用范围，不但是可能的，而且十分有意义。计算机的社会意义正是在于它应用的深度与广度可以不断地得到发展。除了可计算性（包括理论的和实际的可计算性）以外，几乎再也找不到一个合理的说法来为计算机的应用划定一个技术性的界限了。

我使用"技巧"这个字眼，是为了强调这类程序中的最精华之处都具有随机应变的特点。换句话说，这些程序虽然在同类问题中具有典范性，成为一个范例，创造一个纪录，却不能为同类问题提供一种一般的解法。上述塞缪尔的程序就难以运用到象棋上，更不用说围棋了。

因此，个别使人赞叹的杰作和一般的智能程序是两回事，用计算机去代替人脑的某一项功能和用计算机去实现人脑能做到的一切，也是完全不同的。当我们议论计算机能否代替

人脑的时候，必须分清这两者。

二

要计算机去解决某种问题，有三个基本的前提：

第一，必须把问题形式化。计算机，至少在它较低的层面上，只能进行有限符号集上的有限长符号序列的决定型的形式变换。使用计算机时，常常从观念上以及实现手段上加上一些较高的层面。比如，可以不必事先假定符号集是有限的，可以认为符号串是有结构的，等等。但是无论如何放宽，计算机总是在作符号处理。因此，任何问题，要交给计算机去解：必须先建立一个形式系统，规定所用的符号，规定符号连接成合法序列的规则（语法），以及合法符号串如何表示问题领域中的意义（解释），然后建立一些规则，说明对这些符号可以进行一些什么样的处理（演算）。于是，问题便可以用符号表达出来，问题的解也表现为对符号序列的条件。这样一来，计算机求解的过程就是从表示问题的符号序列出发，按规则进行加工直到得出符合要求的符号序列（即解）为止。

这一整套的办法就叫做形式化。计算机的各种应用无不是靠了这种办法实现的。形式化方法的实用范围比人们最初料想的要广泛得多。

然而，如果说计算机能解决人脑能够解决的一切问题，那么，它也应能解决如何把某种问题形式化的问题。但这样一来，就出现了一系列的困难。

首先，形式化是从非形式化的领域向形式化的领域的转变。如果要计算机来完成这一转变，就得把这个转变形式化，

这又包括了如何表示转变的起点——一个非形式化的领域。这就造成了一种回归现象(甚至是悖论)。

要避免这种回归，必须假定我们有一种包罗万象的先验的形式化系统。但形式化系统属于理性认识的范畴，不是先验地存在的。换句话说，要计算机能代替人脑的一切工作，就要预先把我们今天尚未认识而明天可能认识的领域预先形式化。这当然是做不到的(且不说大脑的能力也是不停地发展的)。

即使做到了这一点，由于客观世界的无限丰富性，我们也会遇到一个无限多的符号、无限多的规则的形式系统。这与计算机的资源(如存贮空间等)的有限性又发生了矛盾。

当然，人们可以反驳说，我们可以把问题领域逐个形式化。但这马上就又引起一个新的问题，即如何判断某个问题属于何种领域。这是比原来的问题更高一个层面上的新问题，这样，又会导致无穷的回归。

总之，指望把人脑能做到的一切全交给计算机去完成，首先遇到的也是最根本的困难就是形式化的问题。

第二，计算机要解决已形式化的问题，这类问题还必须是可计算的，即一定要有解题的算法。完全的定理证明系统之不可能，可以从理论上予以证明；判定刁藩都方程是否有解的算法，也可以从理论上证明其不存在。这些都是不可计算的。

另一方面，存在着某个算法和找出这个算法是两回事。前者是客观的，后者则是人脑的功能。要想用计算机代替人脑，就要找出一种算法来代替人脑寻找算法，这又遇到了回归。

在人工智能系统中，常常使用搜索法。有时会给人一种印

象，似乎搜索法是一种万能的算法。这是一种误会。搜索法在涉及无穷集合的问题中往往无法施展。

比如说，任给一个自然数n，可以用搜索法来判断它是否两个奇素数p与q之和，因为只用检查比它小的一切奇素数p，看n－p是否奇素数就行了；而由于p<n，所以这只涉及有穷多个搜索对象。然而这个方法却不能用来判断任给的自然数n是否两个奇素数之差。因为这将涉及无穷多的搜索对象。

如果所给的数n是奇数，有一点初等数论的知识就足以证明上面两个问题的答案都是否定的，因为两个奇数的和与差都不会是奇数。让计算机来作这个证明，虽然原则上毫无困难，但这却是在另一个形式系统中的问题——在初等数论的形式证明系统中去搜索一个定理的证明。如果给定的数n是个偶数(这就包括了著名的哥特巴赫猜想)，我们甚至无法肯定在初等数论的某种形式系统中能否找到一个证明。要澄清这一点，至少要用到元数学的理论，建立更加复杂的形式系统。

直接搜索某问题的解，在各种形式系统中搜索问题有解或无解的证明，从意义(或解释)的角度来看，这两者是一致的。但是若说到形式系统中的符号处理，它们却是不相同的两个问题。这是在不同的层面上看待同一个问题。当我们为了解答问题而不得不从一个层面向另一个层面过渡时(暂时不去管这些层面上的形式系统应如何建立)，应在哪一个层面上停下来，是搜索法本身所不能解决的。

第三，要用计算机实现一个算法以解决某种问题，这种问题就必须有一个合理的复杂度。这常常被说成是避免指数爆

炸。是否会发生指数爆炸的情况，是问题本身固有的性质，不是任何巧妙的技术可以绕过的。

人工智能目前面对的多数难题都与指数爆炸有关，用搜索法求解问题更是如此。多年来，一些研究人工智能的学者对这个问题采取了佯装不知的荒谬态度，实在令人不解。其结果是，许多巧妙的设想在一定规模之内似乎灵验，一旦问题规模稍稍扩大，计算机就再也无法胜任。王浩在《数理逻辑通俗讲话》中，对人工智能的批判主要就集中在这一方面。这已无需笔者赘言了。

由于计算机解题必须具备以上三个条件，所以要计算机完成人脑能做的一切工作，是毫无希望的。

三

人工智能界有一个学派认为，只要给计算机配上一套能模似大脑活动的程序，就可以仿造思维。上节的讨论不能构成对这种观点的反驳。一个具体环境中的具体个人的大脑，当然不是万能的。因此，如果不是谈论人脑的一切潜力，而是谈论某一具体人脑时，问题的性质当然就极不相同了。

然而，这个学派的主要想法是回避把客观世界形式化的困难，而代之以把大脑的功能形式化。因此，可以把这个学派称为认知模拟学派或思维模拟学派。

大脑是物理世界的东西，它的活动首先是物质的运动。这就是大脑的物理的、化学的、生物学的活动。用分子生物学、遗传工程、人造蛋白质等手段来仿造大脑，这也许会成功，但总不能算是计算机代替了人脑。要从物质运动的层面上模

拟大脑，就要先建立大脑的数学模型，然后在计算机上模拟它。这就要求搞清大脑的结构和机制，就会出现大量的细节，比如说某个脑细胞的构造吧。它有一定的外部结构(形状、质量等)，细胞学层面上的结构(细胞核、染色体等)，其中每个部分又有分子生物学层面上的结构(如分子的空间构形)，每个原子又有基本粒子层面上的结构，如此等等，以至无穷。到底哪些是大脑结构中实质性的东西呢？又如，脑细胞之间的联系，除了宏观的电、磁、力等方面的联系之外，还有分子的交换以致基本粒子的交换等等，到底哪些是实质性的呢？如果对这些没有清楚的了解，又如何去模拟大脑的活动呢？

当然，多数学者并不想在这个层面上模拟大脑，大脑的思维功能也不应从这个层面上来描述，正如计算机的功能不能从分子运动的层面来描述一样。这个学派的学者们设想在物质运动的层面之上，还有一个信息处理的层面，再上面又有认识的层面等等，最后到达思维的层面。然而这只是一种假说，无论从理论上或实验上都远未得到证实。恐怕还要经过许多代人的努力，才可能对此有比较清晰的认识。可能还会添加许多层面，也许这些层面并不象是一条直链上的许多中间环节，而是一个网络中的不同结点。总之，现在尚没有充分的根据证明，信息处理是从大脑的生理活动到达思维的必经之路。把大脑设想成一套复杂的开关网络的观点已经存在了数十年，然而近年来的一些实验资料却对此提出了疑问。这种情况可能改变人们对于信息处理在大脑活动中地位的认识。

计算机是信息处理的机器，要用它来模拟大脑，最自然的莫过于在信息处理的层面上进行模拟，但是上面的讨论指出，这样做引起了双重的困难：

其一，大脑的功能是否都可以通过信息处理活动来描述；

其二，大脑的信息处理活动和思维功能是否直接联系在一起。

其实，困难尚不止于此。大脑的功能根本不是只由其生理机制决定性地发展出来的。许多实验材料（例如嗅觉方面的研究，对克里奥耳语的研究）都发现，人脑的先天能力远比我们设想的要复杂得多，而这些能力后来在与周围环境的联系中逐渐改变，与环境相适应的部分得到了发挥，不适应的部分得到了改造，没有用的部分则退化了。这就又从另一方面引起了双重的困难：

其一，大脑模拟程序的初始状态应该是什么？

其二，怎样把大脑模拟程序与周围环境联系起来？

无论用什么办法克服上述困难，总要有办法模拟感觉器官、运动器官的功能。于是又会发现一种两难的处境，如果通过感觉、运动与大脑模拟程序相联系的外部世界只是一个形式化的模型，那么就无法最终避免把外部世界形式化的问题；如果要与客观世界本身真的联系起来，就要设法从外部世界提取抽象的信息，这又是一个难以完成的任务。以视觉为例，要从外部的光学刺激中提取信息，首先是把视野分解为一系列的象素，然后进行识别。但是近年来视知觉的研究却发现，人的视知觉处理的基本信息之一是整体拓扑性质（连通性、嵌套关系等），要根据象素的信息来计算这种拓扑性质，在实际上是不可能的（复杂度太高）。这就为计算机模拟视觉设下了陷阱。

总之，用模拟大脑的办法来实现计算机智能也会碰到不可逾越的困难。

四

我们谈到了计算机在人类发明史上的独特地位，因为它的发明使我们能在一定意义上有了一种人工制品、一种机器或工具，可以用来“延长”我们的大脑。但我们又花了较多的篇幅来说明，计算机的功能并不能达到大脑所能做到的一切，其结构、工作方式与大脑迥异。那种认为已经揭开了或至少可以猜测到大脑与思维的奥秘的想法，是毫无根据的。因此，不应只从商品心理学的角度出发而把计算机叫做“电脑”——这如果不算是“港台风”，也使人想起四十年代有人把摩托车叫做“电驴”。因为这种说法中包含了不科学的命题。把未经科学证实的命题漫不经心地应用到社会中去，我们将付出代价。这种教训在近三十年的科技史上已经不止一次了，而现在在宣传工作中确已出现了令人担忧的情况。

计算机不应是也不会是最终的智能机器。人工智能要向前迈进，就不应把自己局限于计算机的应用。应该研究思维活动的更深入更具体的规律，提出新的概念、新的方法和新的机制，比信息处理和图灵机更广泛、更深刻地描述思维的某些功能，并把这与某种理论的机器模型联系起来，以期最终得到工程实现。一句话，要研究思维科学。

从古人发明四则运算到手摇的四则运算机的出现，人类经历了一次从对思维的初步认识到发明计算机的过程。但这种认识是片面的、不自觉的，花了一千多年。今天看来，这可算是思维科学的一段史前史。从巴贝吉、图灵到今天的计算机，又经历了一次这样的过程。这一次花了一百多年，对思维

的认识要比前一次深刻得多了，这就为正式形成思维科学提供了一个良好的条件。

当然，现代计算机的潜力远未完全发掘出来。即使就形式系统中的信息处理这个层面而论，我们对思维的认识也尚未完成。认知心理学、认知逻辑、理论语言学等多种学科都在把这一领域研究努力向前推进。人工智能在这种形势下应对信息处理和计算机的能力做许多具体的研究，以求得更加明晰、准确的认识。从应用上来看，谈论人脑与计算机的彼此替代，未免空泛、消极，不如研究使两者取长补短的人机共生系统，这不只有实用意义，而且对于我们认识思维，以及信息处理在思维中的地位，将提供许多有启发性的实验材料。

现在学术界已经开始注意研究形象思维（以及灵感思维）的特殊规律。看来，这些规律与逻辑（以及计算）的规律是十分不同的。

以下棋为例。前面提到塞缪尔的设计跳棋程序战胜了他本人，乍看起来这颇象是学生战胜了老师。然而，“计算机棋手”（博弈程序）在几个方面与人间的棋手完全不同。

第一，人间的棋手常常利用经验——即与棋书上的或历史上的棋弈记录相比较。他们有时也要进行搜索——即遍举各种可能性。但即使是高手，充其量往往也只是分析过一二百种可能的变化就会决定一着棋。计算机程序往往要分析过上万种变化之后才能决定一着棋（这些数据是指国际象棋而言的，但这种差距则带有普遍性）。

第二，实验证明，人间棋手的棋弈水平与他把握全盘的能力有强力的相关性。这大概是由于人在思考棋弈时有强烈的历史感，他记得棋步的前后联系，可以利用这些来简化他思考

过程。计算机虽然可以毫无困难地记下走过的棋步（甚至搜索过的棋局），但这些却不能用于简化后来的搜索。

第三，人间的棋手与不同对手对弈时会采取不同的战略方针，并时刻窥测对手的战略方针，以改变自己的路线。计算机棋手则使用一套包万象的办法对付任何对手。

以上这些对范例的运用、搜索过程的简化、总体感等等，都涉及到形象思维的问题。要编制出一个程序使之在某一个环节上适当地体现以上这些方面的某种特定的能力，并非不可能。但这又会是就事论事、随机应变的东西，无法成为一般的方法。

总之，在积极扩大计算机应用的同时，应当有见识地去研究思维的各个侧面和层面。当前，则特别值得在形象思维的问题上多花一些气力。这样，就会推动思维科学的前进。新型的智能机器一定会出现，它不只是高档的通用数字计算机，而是能运用概念、能容忍含糊、能进行相似性比较的机器，虽然它也不是人类最终的发明，但却更有资格要求为它保留“电脑”的桂冠——如果不是“磁脑”或“光子脑”的话。

模式识别与形象思维学

戴　汝　为

一、引　言

从信息处理的角度来看，计算机是一个信息处理器。人脑也是信息处理与加工的器官，这种加工是以符号信息加工为核心；语言就是一些符号串，信息的存储是记忆；记忆、思维与语言有着密切不可分的关系。人通过大脑这个信息处理器官，可以从一大堆不准确的材料中抽取特征，抓住主要的因素，进行模式识别。一个人到一大群人中间去寻找他的朋友，即使他们多年未见，朋友的面容、体态和装束打扮也有很大改变，他仍能准确无误地认出自己的朋友。人所以具有目前程度的识别能力，是人类经过千百万年的实践逐渐形成的。根据脑结构专家们的研究，在人类的进化中，人的认识功能是有阶段性的。在进化中脑会发生结构重组，包括第一视觉槽皮质区的缩小和跟认识功能有关部分脑的增大。有一种观点认为，中枢神经结构重组有可能增强在复杂环境提示下的辨别力和扩大预见力及记忆力。人类进化到现在，其识别功能达到了非常高的程度。人脑这个器官还能够从以往的经验积累中获得知识并加以利用，从而具有智能行为。

人工智能的研究已经有了近三十年的历史。近些年来，对专家系统的研究使人看到了人工智能付诸实用的前景，从而大大鼓舞了人心。日本在七十年代完成了一个围绕着模式识别研究的模式信息处理计划(PIPS 计划）后，在八十年代又提出了一个知识信息处理计划（KIPS 计划），也就是第五代计算机计划。所谓第五代计算机可以认为是第一代智能机，智能机的出现将是一次技术革命。这种新型机器能直接感知文字、图象、声音、物体等模式信息并为人机通讯提供方便。研制智能机，如果从更高的角度来看，人脑与机器两者均能对信息进行加工处理，但是人脑能进行直感思维，这是目前的机器所无能为力的。在费根鲍姆与女作家麦科达克合写的书中，有下面的一段话："我们认为最能显示人的特点的一切结构精密的符号制造物，如数学和逻辑、拼接基因或在根据仪器推断下的地质实况的能力，计数机处理得最高明，因为知识结构最严密，我们越容易把它编纂起来供计算机使用。另一方面，在现实世界中生活并不是一项结构严密的任务——一般家畜都能轻而易举地对付，但是机器不会。这并不是说它们永远不会、而是说目前不会。"的确，关于人的智能活动，人如何根据自己的经验来进行思维的？其机制如何？这些问题的研究对发展智能机有深远的影响。近几年来，钱学森同志以开发智能机为目标，明确提出了当前思维科学的突破口——形象（直感）思维的研究。从基础理论到应用技术的关系来讲，形象思维学属于思维科学中的基础科学层次，而科学的语言学和模式识别则属于技术科学层次。在建立基础科学的过程中，往往需要向技术科学求援，即先研究具体的，再抽象出一般的。

科学的语言学(数理语言学、计算语言学)与模式识别这两门技术科学从表面上看似乎没有什么共同之处，其实两者之间有一致的地方。近十五年来形成了句法模式识别。近几年来考虑利用语义信息，发展为语义句法模式识别，开始把模式识别与科学的语言学两者沟通起来。语义句法模式识别方法与以前的方法相比较，更接近于人脑识别模式的方法。新近发展起来的计算语言学，把语言看作是以知识为基础的通讯过程，这是人工智能专家们的观点。在这一领域内新形成的词汇功能学派所致力于建立的语言模型，是既包括句法结构又包括语义的。在将来，肯定会出现比较接近于人的思维的模型。

近来，国内外一些模式识别的专家们主张，解决模式识别的问题应以知识为基础，其代表为联邦德国爱尔朗根大学的涅曼教授，他在1982年出版的英文版《模式分析》一书中表达了这种观点。涅曼本人主要从事语音理解和图像理解的研究工作。象语音理解这样的复杂问题，不利用各种知识是无法解决的。谈到以知识为基础，这就必然要考虑到人的经验这个重要因素，其结果必然与思维科学结下难解之缘。看来今后将通过专家系统的途径来解决机器识别模式的问题，研究模式识别的专家系统。这也可以认为是第一代智能机的任务之一。根据此种观点，模式识别的研究与形象思维的研究相结合，也就是自然而然的事情了。

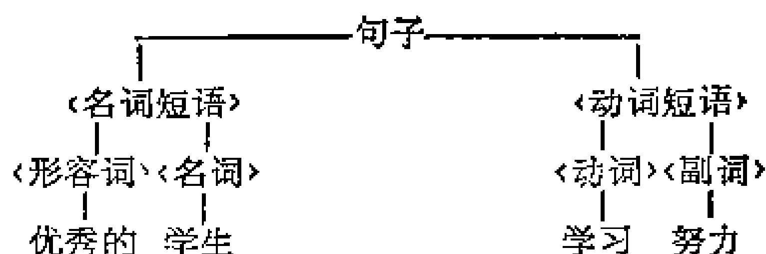
二、短语结构文法与自动机

近代语言学的特点是利用数学作为工具来研究语言，以

计算机为工具来研究语言。语言学和数学相结合形成了数理语言学。最初关于语言的数学结构的探讨，其目的在于了解自然语言的性质，通过研究发现具有一组产生式规则的短语结构文法来描述语言。五十年代，这一概念由心理语言学家乔姆斯基和巴希勒尔以及他们的合作者加以发展与形式化。1960年以后，发现由巴库士范式定义的程序语言ALGOL60，是短语结构文法产生的短语结构语言中的一类语言——上下文无关语言。这一发现打开了从理论上取代仅用启发式的办法来研究程序语言的可能性。

另外，把语言看作是以知识为基础的通讯过程(包括人与人的通讯、人与机器的通讯)，是计算语言学的观点。

这里着重谈谈乔姆斯基的语言生成转换理论的一个部分，即由短语结构文法产生的语言的一些基本思想及其与自动机的关系。乔姆斯基针对过去语言研究中的归纳方法，建立起一个演绎性的形式语言系统。某种语言L有一个字母表V，V是构成语言L的有限个符号的集合。如英语的字母表V＝{a, b, …z}。字母表中的符号从左往右排起来构成长度有限的符号链。符号链X的长度表示链中所包含的符号的数目。一个语言中所包含的句子总是无限多。文法就是产生无穷多句子的一种有限的表示法。为了方便起见，我们用一个中文句子“优秀的学生学习努力”来说明什么是一个文法。在这个句子里，“优秀的学生”是一个名词短语作为主语，它由形容词“优秀的”和名词“学生”组成。“学习努力”是一个动词短语，由动词“学习”和副词“努力”组成。这样一个句子的产生可以用如图所示的树状结构表示。在这里有些符号是可以加以代换的，例如‹名词短语›可以用‹形容词›、‹名词›来加以代



换，这样的符号叫做非终止符。有些符号如学生就不能再用其他的符号来代换称为终止符。对于非终止符的代换当然应该有一定的规则可循。所谓的一个短语结构文法是一个形如 $G=(V_N, V_T, P, S)$ 的四元式，其中 V_N 和 V_T 是非终止符和终止符的字母表，P 是对非终止符进行代换的规则的集合，称为产生式集合，S 是 V_N 中的一个符号，称为起始符。在上面例子中，

V_N = {〈句子〉，〈名词短语〉，〈动词短语〉，〈形容词〉，〈名词〉，〈动词〉，〈副词〉}

V_T = {优秀的，学生，学习，努力}

S = 〈句子〉

产生式集合 P 包括如下产生式：

〈句子〉→〈名词短语〉〈动词短语〉

〈名词短语〉→〈形容词〉〈名词〉

〈动词短语〉→〈动词〉〈副词〉

〈形容词〉→优秀的

〈名词〉→学生

〈动词〉→学习

〈副词〉→努力

用上述例子说明什么是一个文法，上述文法仅产生一个句子。而描述一个语言的文法，一般说来是能够产生无穷多个句子的。把句子的生成与图像的构成加以比较，也可以用

短语结构文法来产生或描述图像。

乔姆斯基根据产生式 $\alpha \to \beta$ 的不同形式，把短语结构文法分成四种类型。第一种称为 0 型(没有限制)的文法，即产生式箭头两端的符号链 α、β 可以是任意的。第二种称为 1 型文法，产生式的形式为 $\alpha_1 A \alpha_2 \to \alpha_1 \beta \alpha_2$；这意味着只有在上下文分别为 α_1、α_2 的情况下，非终止符 A 才可以由符号链 β 来加以代换。所以 1 型文法又叫做上下文敏感文法，所产生的语言称为上下文敏感语言。第三种称为 2 型文法或上下文无关文法。产生式的形式为 $A \to \beta$，没有上下文的限制。第四种类型称为 3 型文法或有限状态文法，产生式形式为 $A \to aB$，或 $A \to b$，其中 A，B 是非终止符，a，b 是终止符。从 0 型文法到 3 型文法，对于产生式的限制是逐步增加的。因此它们之间有这样的关系

$$0 \text{型} \supseteq 1 \text{型} \supseteq 2 \text{型} \supseteq 3 \text{型}$$

它们所产生的语言之间也有这样的关系。

我们可以用不同的观点来看待语言。一种是生成的观点，即一个语言中的句子是由什么样的文法生成的；另一种是接受的观点，也就是一个语言能用什么样的自动机来加以识别。文法与自动机之间有着密切的联系，每一种类型的短语结构文法均可与一种类型的自动机相对应：有限状态文法与有限状态自动机(finite-state automaton)，上下文无关文法与非确定下推自动机(nondeterministic Pushdown automaton)，上下文敏感文法与线性有界自动机(linear bounded automaton)，0 型文法与图灵机(Turing machine)相对应。

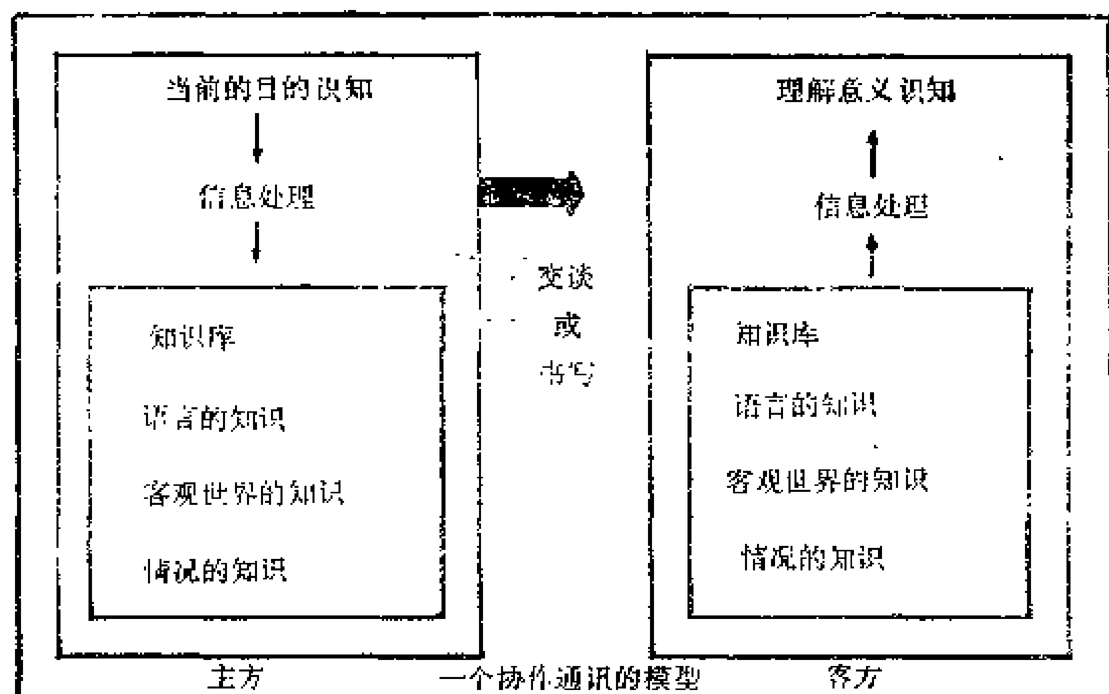
三、语言的通讯模型

随着数字计算机的广泛应用，计算机渗透到社会经济以至文科等各个领域。一些有识之士提出把普及计算机程序作为第二次"信息扫盲"的主要内容。计算机对于语言学的研究也产生了深刻影响，计算语言学就是这种影响的产物。计算是一种比喻说法，是作为人们编制程序运用计算机的经验的一种了解。计算机的工作是完全开放的，容易检验。人们可以编制程序，利用数据库和知识库来说明和论证人们的想法。

按照计算语言学的观点，把语言看作是以知识为基础的通讯过程，以知识为基础就离不开人的经验。在这个过程中有主方和客方，即语言的产生者与理解者，双方都在进行信息处理，运用他们关于语言及通讯主题的知识。实际上，这牵涉到高度复杂的模式识别问题。语言学家们的任务是研究与了解这种过程的组织及知识结构。

为了说明上述看法，我们用一个方框图（见下页）来给出一个协作通讯的模型[7]。

在这个模型中，语言体现为人或具有智能作用的机器之间的一种通讯过程。主方有目的地开始通讯包括预期达到什么效果，信息的有效传送，作什么姿态；以口头的或非口头的方式对客方（或客方中的一部分）产生作用。使得客方在通讯的主题方面，或者在主客双方之间互相作用方面作出推断，或者作出相应的反应。如果主客方都是人的话，那么在这一过程中双方都在进行复杂的思维活动，而根据经验积累所形成的直感思维起着主导作用。



一个协作通讯的模型

一种语言提供了各式各样可以由使用语言者掌握的信息源，如字的选择，构成什么样的句子；着重点与音调的高低起到提供必要的线索的作用，使客方能判断了解主方进行通讯的目的所在。为了从这些信息源中进行适当选择，主方必须把预期的谈话目的与正在谈论的内容以及客方已经掌握的知识结合起来；关于言词的选择与主方的期望有紧密关系，希望客方利用他们的知识和聪明才智加以推断作出解释，对方的答复则是一种反馈作用，对不清楚的地方再补充一些信息。

方框图表明了模型的结构，并指出有关的知识包括语言的一般知识，客观世界的知识以及有关情况的知识等。

四、模式识别

用计算机进行模式信息处理，对文字、图像、声音、物体等

进行分类、描述与分析、理解是模式识别这门新兴技术科学的主要内容。模式识别的研究对于研制第一代智能机有非常密切的关系。目前模式识别已在一定程度上直接或间接地得到应用。已经设计出各种模式信息系统，光学文字识别机，细胞或血球识别机，声音识别装置等，这些在国外已成为商品。模式识别技术也开始用于设计，以利用图像信息为基础的自动检验系统。序列图像分析、计算机视觉、语音理解和图像理解系统的研究与实现已成为普遍感兴趣的问题。

我们先扼要地谈谈统计模式识别与句法模式识别，然后在以下两节介绍一点语义句法模式识别，以及以知识为基础的模式识别的观点，通过后者可以看出思维科学中形象思维的问题非常突出，有待于作进一步研究。

以往根据用于解决模式识别的两种一般性方法，把模式识别分为统计（决策理论）模式识别与句法（结构）模式识别两大类。统计模式识别着眼于找出一组能反映模式特点的特征，首先把模式进行数据压缩以抽取特征，并考虑到对于通常遇到的干扰和畸变来说，所选的特征具有不变性或者至少是很不敏感。如果抽取N个特征能够基本描述原来的模式，那么就用N个特征构成的一个向量来代表原来的模式。于是模式识别的统计法就以高维随机向量分析为基础。模式分类就相当于把特征空间划分成若干部分，每一部分与一个模式类相对应。当出现一个新的模式时，就根据描述这个模式的向量位于特征空间的那一部分而判定属于那一类。句法模式识别方法，则完全从不同的途径来解决模式识别问题，它着眼于把模式的构成与语言的生成加以类比，借鉴数理语言学的方法与结果。这样，就把识别方法建立在数理语言的基础上。前面

介绍过的短语结构文法，稍加修改就可以用来描述和识别图像模式。只要着眼于一幅图像如何由比较简单的子图像构成，子图像又如何由更简单的子图像构成，等等。就如同英文句子由分句构成，分句又由短语构成，等等。一幅图像就相当于由某种文法规则产生的句子。模式的表达形式可以象语言由符号构成的链那样，是一条由某些特征或基本单元组成的链，也可以是一种树状结构或者是图(graph)的形式。识别模式可以体现为描述模式的特征链为某种类型的自动机所接受，或者是对描述模式的特征链(句子)进行句法分析，分析一个句子对于某个文法来说，在句法上是否正确，从而决定这个句子所描述的模式属于哪一类，不仅决定了模式的类别，也给出了一种描述。句法模式识别的研究不象统计模式识别那样透彻，它是最近十五年才逐渐发展起来的。1974年美国普渡大学傅京孙教授发表了第一本专著《模式识别中的句法方法》，奠定了句法模式识别的基础。句法方法抓住了图像模式与语言两者之间在结构方面的共性，加以沟通，给模式识别打开了一个新局面。

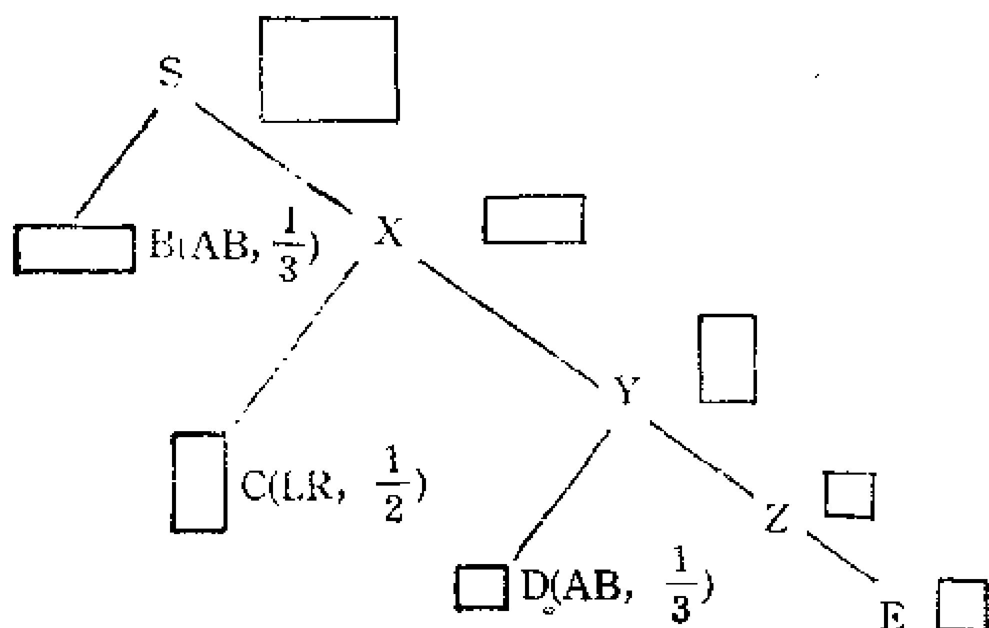
如果构造一个文法来产生一种语言，而这种语言中所包括的句子恰好能描述我们感兴趣的模式，那么识别模式就变成识别语言了，下一步就是设计一个识别程序来识别由文法所产生的语言。至于有了一类模式，怎样才能设计出一个文法来描述这类模式？从理论上讲，这可以根据一系列所获得的模式样本，利用文法推断的方法推断出文法规则，这样问题就解决了。近年来，虽然有人致力于文法推断的研究，但是要想得到实用性的文法推断的算法是件相当困难的事，所以进展不大。

五、语义句法模式识别

在模式识别发展的早期阶段，研究得较多的是模式分类或自动求聚合类，所用的方法就是前面谈到的统计法。这种方法与人脑的模式分类看来没有什么共同之处。至于后来为了进行模式描述与分析所用的句法方法，有点类似于用语言。人们说话与理解别人讲话，都需要利用知识，所以不能离开记忆。一些实验表明，人们的记忆中起主要作用的是概念，是语义，而不是句法。人的视觉信息如何存储到长时记忆中去，是心理学上比较困难而又迷惑不解的问题。例如，一个“长方形”存在人们的记忆中，也许人脑中实际存在的不是那个“长方形”的形状，而是一些结点和链(实际上也可能不是这样，只是想象而已)。同样，如果一个东西的意义存贮在脑中，肯定不是把几个字或一句话存进去，可能是一句话的意义彼此之间的关系[8]。总之，除了构成句子的句法这个因素外，对于记忆与认识说来，语义起着十分重要的作用。在上述思想的启发与影响下，产生了模式识别的语义句法方法。即在原来句法方法的基础上，引入基元的属性，子模式之间的关系属性及语义规则，用带有属性的文法来对模式进行描述与分析。我们通过对合体汉字的描述加以说明。合体字是由两个以上的构件组成的字，如果把笔划作为基元，那么基元的属性就是笔划的长度。关系属性表示出两个构件之间的相对位置，例如两个构件“九”和“日”可以因为相对位置不同、大小不同而形成两个不同的汉字“旭”和“旯”。下面的例子可以作进一步的说明。我们可以认为一个合体汉字位于一个方框内，如

蕴 各构件间的关系可表为 B / C D E

也就是说，四个构件间的关系可以通过构件所在的矩形框 B、C、D、E 的相对位置来决定。每个矩形框的属性是框的面积，而前面提到的语义规则是描述如何由 B、C、D、E 这些矩形框构成原来的方框的规则。可以用一种树状结构，也就是由一个文法所给出的导出树来表示这些框之间关系。



符号 AB、LR 分别表示“上下”、“左右”等相对关系，1/2、1/3表示该矩形框所占的比例。

研究合体字之间的相互关系是有积极意义的。一些心理学的试验表明：人们的记忆中是概念，是概念和概念之间的关系。另外，人的记忆并不像机器那样以二进制的位(bit)为单位，而是以模块(chunk)为单位。把合体字的每个构件当成

一个模块是非常自然的事。

一个带属性的文法包括句法部分和语义部分，而这两者之间存在一种折衷的关系，即如果使语义部分复杂一点，那么就可以简化句法部分，反之亦然。实际上句法模式识别和统计模式识别可以看成是带属性的文法的两种极端情况。统计模式识别只考虑语义部分，把整个模式当成一个单元，而不考虑结构，而这个单元的属性就是它的特征向量；而句法方法就是只考虑模式如何构成，而忽略了语义。实际上，语义句法方法是在一般短语结构文法的基础上加入语义信息，把以往的统计模式识别和句法模式识别有机地结合起来。在某种意义上讲，这一方法更接近于人脑识别模式的方法。

六、以知识为基础的模式识别

前面谈到利用语义信息所建立的语义句法模式识别方法，对于描述与识别由线条(曲线及直线)构成的图像是非常有效的。这里所说的语义并不是语言中一个句子所表示的意义，而是一种属性。或者说是一种简单的知识。而有些更复杂的问题，例如语音理解和图像理解就需要各种知识，需要更高层次的知识。知识有两类：一类是某一范畴内的事实，比如写在教科书或者专业刊物上的事实；另一类知识目前称之为启发式(heuristic)知识，是凭经验得到的知识。经验必须与推理结合起来才能起作用。什么是形象思维呢，就是突破了单纯的逻辑，把经验和推理结合起来了，这是有重要意义的研究课题。

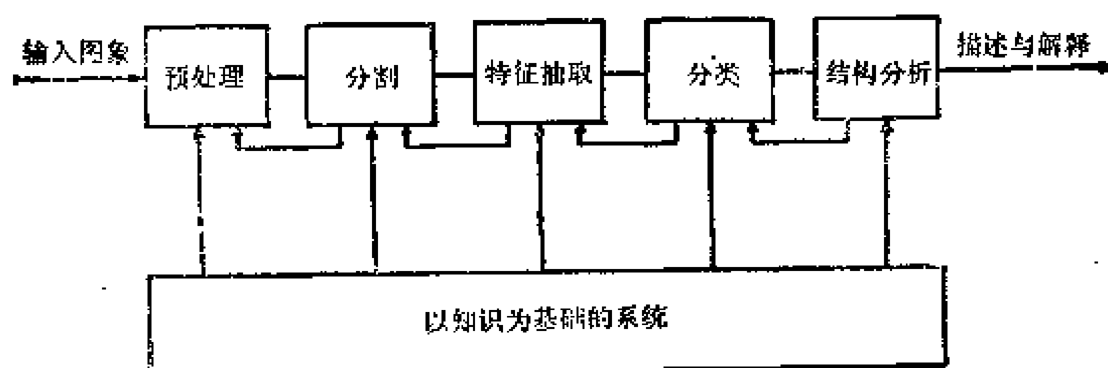
语音理解 (Speech understanding)和图像理解(Ima-

ge understanding）是比模式的描述与分析更为复杂的模式理解问题。研究语音识别和理解的动机有两个方面：一是促进人与机器之间的通讯，使得人机交互简单方便，不必采用手写或按键这种中间手续，使人机通讯技术跨进一大步，这对发展智能机有着影响，在近期可应用到工业和行政管理方面；二是在于深入地了解复杂的人脑机制，在这种机制下用一些可检测的物理特征来感知口语和说话声音的特点。

有两种不同的语音译码，一种是被动模型，另一种是主动模型。在被动模型中，人接受语言的过程可看作是三个连续的步骤：感觉、了解、认知。“感觉”涉及的是处理未知的信号；“了解”是把感觉到的信息分为字或对象；“认知”则是建立字或对象之间的关系。这种被动模型曾经用来设计识别孤立语音的系统，并由声音的预处理、特征抽取以及模式匹配三个环节构成系统。

然而，听话者所具有的各方面知识，如句法、语义、符号学方面知识以及音韵和韵律等，都可以用来帮助译码。有人建议，应该用知识来制导整个识别过程。以主动模型为基础接受语音的系统，就称为语音理解系统。

另一个目前在模式识别领域中受到重视和引起兴趣的问



题是图像的理解。例如在一幅图像中或者一系列图像中，是否有所要寻找的目标。图像理解也是一个主动的过程，需要利用知识。最终的要求是对图像作出分析与解释。可以用上页的方框图给出图像理解系统的一般概念。

上述系统中的预处理，包括图像的增强、复原和编码等。分割是把图像中灰度级不同的部分分开，然后在分开了的各个部分找出能描绘该部分性质的特征。特征抽取的目的是为了进行分类；分类的目的是希望对整个图像作结构上的分析；进行结构分析在于给出图像的一种描述，并对图像中的重要信息给予解释。系统中每个环节都对前面的环节有一种反馈作用。在进行图像信息处理与识别的过程中，还需要来自外界的信息。例如来自一个知识库、或者以知识为基础的系统，以知识为基础指的就是人的经验。

从较简单的模式分类到模式分析以至到模式理解，问题越来越复杂。今后所研究的模式识别，其主要内容很可能就是实现某种识别要求的专家系统，即模式识别的专家系统。虽然专家系统已经大有可以付诸实用的前景，研究人员也为此倍受鼓舞，然而问题并没根本解决。1983 年人工智能专家香克对一批学者说，专家系统有缺陷，因为它们不能起到人脑所起的一个关键性作用，即从过去的经验中学到东西。这位专家还说，这个系统中的所有信息都来自知识工程师的大脑，并作了这样的总结："我们没有真正创造性的，真正发明性的，或是可以理解某人复杂的推理能力的程序"[10]。为了根本解决问题，就要研究思维科学，尤其是形象（直感）思维学。

通过以上讨论可以看出，模式识别这门新兴的技术科学与思维科学有密切的联系，能够为建立形象思维学提供丰富

的素材。同时，思维科学的研究成果(比如，如何把经验和推理结合起来这类问题的研究成果)，对于模式识别及专家系统的发展将起指导性的作用。

[1] 钱学森，《自然杂志》，8(1983).

[2] 钱学森，《大自然探索》，1(1985).

[3] 钱学森，《自然杂志》，1(1985).

[4] 傅京孙：《模式识别及其应用》，科学出版社 1983 年版。

[5] 诺·乔姆斯基：《句法结构》，中国社会科学出版社 1979 年版。

[6] T. Winogad Language as A Cognitive Process Addison Wesley 1983.

[7] 西蒙，《心理科学通讯》，3(1983).

[8] New Scientist, 6(1983)30.

[9] 罗·莱因霍尔德：《知识工程在美已成热门"新竞赛"目标》，《纽约时报》，3(1984)29.

[10] Tai J. W. and Fu K. S.Semantic Syntax. Directed Translation For Pictorial Pattern Recognition, 1982.

拓扑性质检测

——计算理论的一朵可能的乌云

陈　霖

在西方的有关思维科学的各个研究领域中，一个占统治地位的核心概念是“计算”，一个中心的论题是计算和符号操作在认知思维过程中的作用。思维科学在西方有各种学派，如最有影响的信息处理学派、表达学派，它们之间有这样或那样的分歧，然而在计算的基本观点上却是一致的。他们都把智能和认知看成计算。西方思维科学的两位开创者，Newell和Simon在1981年就明确声称，无论计算机和人脑在硬件水平上可能是如何的不同，但是在计算理论的水平上它们都具有产生、操作和处理抽象符号的能力；它们作为认知系统，无论是人脑还是计算机都是物理符号操作处理系统。在这样的计算理论看来，任何一种复杂的精神智力活动，在本质上都是以离散符号的处理为核心的计算过程，解释一种心理现象被看成给它提出某种计算机程序；通用图灵机给出“计算”的最一般的精确定义，精神、智力的任何一种状态都不外乎是图灵机的一种状态，精神、智力的任何活动都是由图灵机定义的离散符号的、可一步一步机械地实现的“计算”。“计算”的概

念已上升到哲学的高度，成为一种信仰，计算—表达的机能主义成为指导西方思维科学发展的一种主要的哲学思想(Fodor，1981)。

毫无疑问，计算机科学的以"计算"概念为核心的一系列概念的提出加深了我们对究竟什么是智力的本质的认识，在探索人脑智力"奥秘"的过程中，我们开始找到一些科学的概念和思想方法。比如，区分硬件和软件的思想就帮助我们深入一步理解人脑组织结构的生物学研究和人脑思维功能的心理学研究之间的关系。我们不再只是从神经元和神经元之间的联系的直接的模拟出发，构造某种神经网络模型来解释脑的功能和人的行为。计算机的信息处理和人脑的认知活动在程序水平的类比，使我们找到一种更有效、更本质的程序的模拟方法来研究人类的认知活动。只要我们想到在五十年代至六十年代，这种似乎通用的神经网络模型还是我们描述人脑功能的一种主要的理论工具，而如今更大量的研究工作都是通过软件程序的模拟来做的，我们就会体会到计算机科学的发展是如何深刻地影响到我们对脑和行为的研究和认识。计算理论是对人脑和行为的科学认识的一个飞跃。离散符号的操作和处理的确是一种智力过程。

然而，离散符号操作和处理的"计算"是否就是人脑的精神智力活动的全部主要内容呢？显然，这个问题的回答对如何发展思维科学具有基本方向性的意义。如果回答是肯定的，那么思维科学只需要沿着计算机科学、人工智能的方向发展下去。尽管直觉上不赞成把人脑比作计算机的科学工作者不一定在少数，但是要科学地、证据确凿地对上述问题给予否定的回答也非易事。奠基于图灵模式的计算理论具有一套漂

亮、确切和深刻的形式系统，具有非常广泛的一般可应用性，而认识思维智力问题的本身又是如此复杂和艰深，致使上述问题的研究变得十分困难和充满争论。不赞成人脑就是物理符号系统的各种各样的论点和证据，在计算理论的拥护者看来，似乎更多地依赖于直觉和观察，它们不象计算理论具有明确具体和形式系统的描述，而这些仅仅根据于直觉和观察的结论"就象是因为地面看起来和感觉上是平的就断言地球是平的一样"(McCorduck, 1979)。要把人脑和计算机的关系的研究推向深入，我们需要这样的证据，它们不仅是来源于观察而且是来源于科学实验的数据，它们不仅是依赖于直觉而且依赖于可以逻辑推理的理论描述。

较之记忆、语言等较高级水平的认知功能，知觉是较基础的功能。然而万事开头难，科学的发现常常是从一些最基本的事实入手来寻找突破口的。在本文中，我试就视知觉的问题，而且只就视知觉的一些最基本、看起来很简单的事实，来讨论思维科学的上述核心问题，即应当如何看待计算在人类认知过程中的作用。

一

首先让我们来看一些视知觉的现象和实验结果。图形和背景的关系是视知觉研究的一个老问题，然而至今未得到充分明确的解释。在图像识别的过程中，区分出图像的哪些部分是图形、哪些部分是背景，对于实现整个的图像识别具有基本而重要的意义。早就有人提出图形和背景的区分是视觉的最基本的初期过程(Flavell and Draguns, 1957)。他们在控

制光照强度的条件下呈现一些刺激图像。在光照呈现条件很弱的时候，受实验者开始只能感觉到刺激图像是一片模糊而不能加以任何区别。但是，当略微改善呈现的条件时，尽管刺激图像看起来是微弱的、模糊的和不定形的，却可以达到把图形和背景区分开来的程度。这就是说，在我们清楚地识别出刺激图形的形状之前，的确是知觉到刺激图像的某种东西，根据它才能把图形和背景区别开来。然而这种东西却是模糊而形状不定的！有意思的问题是，这种东西究竟是图像的什么性质或关系的反映？它究竟是什么呢？刺激图形的确切形状还不能知觉到，这表明这种性质不取决于刺激图形的形状细节。然而图形和背景能区别开来，也就是说把刺激图像区分成不同的大范围的整体（即图形和背景），只取决于图像的大范围的不变性质。我们要进一步问，对这种大范围性质有什么办法给以精确的描述吗？对这种性质的知觉本质上反映着视觉系统的什么功能？

让我们再来看一个例子。这个例子是一个研究视觉注意过程的实验（Hoffman，1975）。实验者把不同数量的英文字母安排成一个圆形，受实验者的注视点在这个圆的中心。实验的步骤是，在呈现这些排列成圆形的英文字母之前，在其中某一个英文字母将呈现的位置的附近先呈现一个标记，受实验者事先被告知，他们的任务是报告这个被标记的字母是什么。这样，当控制标记和英文字母之间呈现时间间隔时，我们便可以研究视觉注意的过程。这个实验的一个有意思的发现是，当英文字母被短暂呈现时，虽然先呈现了标记，受实验者仍然可能认不出被标记的字母是什么，但是却总是可以报告被呈现的字母的个数，即便事先并没有要求受实验者报告呈

现字母的个数。这也就是说，在受实验者还不能认出字母之前，却能自发地识别出字母的个数。这个实验发现提示，在视觉过程的初期，视觉系统还不能识别字母的形状细节，而是注重有几个分离的字母这一类性质。我们也要问，有几个分离的东西？这种性质应当怎样给以精确的描述？这种自发的、在视觉过程初期的现象，本质上反映着视觉系统的什么功能？

再一个例子是有关似运动现象的。似运动也是心理学的一个老问题。关于似运动有大量的文献，似运动的现象和机制的问题也是一个长期争论而未获得解决的引人注意的问题。似运动是指这样一种视觉现象：当我们交替呈现两个在空间位置上分离的点时，对一定的呈现时间和呈现时间间隔，虽然这两点保持呈现在各自固定的位置上，它们之间并没有实际的物理空间上的相互运动，但是我们却感觉到这两个点在相互之间来回运动。这种并非物理空间上的运动的运动知觉现象就称为似运动。实际上，我们在日常生活中时常会体验到似运动的存在。看电影就是一个明显的例子，胶片上离散的孤立的图像在相继呈现时，却被我们知觉成连续的图像运动。在似运动产生的过程中，有一个突出的现象：当我们知觉到似运动时，我们同时也能知觉到一个刺激图形到另一个刺激图的一些变换。比如说，一个正方形在运动中连续地形变成一个圆形。有人利用不同形状的几何图形作为刺激图形，来研究产生似运动的条件和情况跟刺激图形的形状的关系(Kolers and Pomerantz, 1971)。他们的研究发现，似运动产生的条件似乎跟图形因素没有关系，三角形可以平滑地变换运动成一个正方形，其运动就象三角形到三角形一样。然而他们的发现表明，伴随着似运动的发生，不仅有平移、转动

等形状不改变的变换，而且有形状改变的塑性形变的变换。在似运动研究中，一个普遍接受的观点是，要了解似运动，核心的问题是产生似运动的两个图形之间的一致性对应的问题。也就是说，在知觉到似运动的过程中，视觉系统必定在某个层次建立两个图形之间一定的一致性，辨别两个图形的哪些部分或特征表示它们是同一个物体。在这方面的一个代表性的计算理论(Ullman，1979)就认为，一些简单的图形部分，如线段、边，是赖以建立这类一致性的图形的特征。在形状不改变的平移或转动变换的情况下，比如一个三角形运动变成另一个朝向不同的三角形，我们或许可以认为，线段或边这些图形特征仍然保持不变，而可以看成赖以建立两个图形之间一致性的基本特征。然而，在图形已发生了形状改变的塑性形变的情况下，刺激图形的形状已发生了很大的改变，比如从一个三角形连续地变形成一个圆，这时很难设想线段、边之类的图形简单部分仍然保持不变，从而充当建立两个图形之间的一致性的基本特征。进一步的问题是，在这种塑性形变的变换下，视觉系统根据图形的什么样的不变性质来判断：无论两个图形的形状发生了什么样的塑性的改变，却仍然表示着同一个物体？也就是说，我们是否可以准确地描述，在这种塑性形变的变换之下，图形的保持不变的特征性质是什么呢？

上述三个例子来自视知觉研究的不同课题，表面看起来它们似乎是很不相同的视知觉现象。然而它们之间是否存在什么内在联系呢？它们是否一致地反映着视觉系统的某种基本而一般的功能呢？透过表面现象，作者提出一个反映它们共同本质的假设：它们都是视觉系统具有在视觉过程的初期检测大范围拓扑性质的普遍而基本的功能的反映。

拓扑学研究的是在拓扑变换下图形的保持不变的性质和关系，这种性质和关系就称为拓扑性质。所谓拓扑变换是一对一的连续变换，它可以形象地想象成橡皮薄膜的任意变形，只要不把薄膜剪开或不把薄膜的任意两点粘合起来。所以拓扑学又称橡皮薄膜的几何学。一张橡皮薄膜可以任意地变

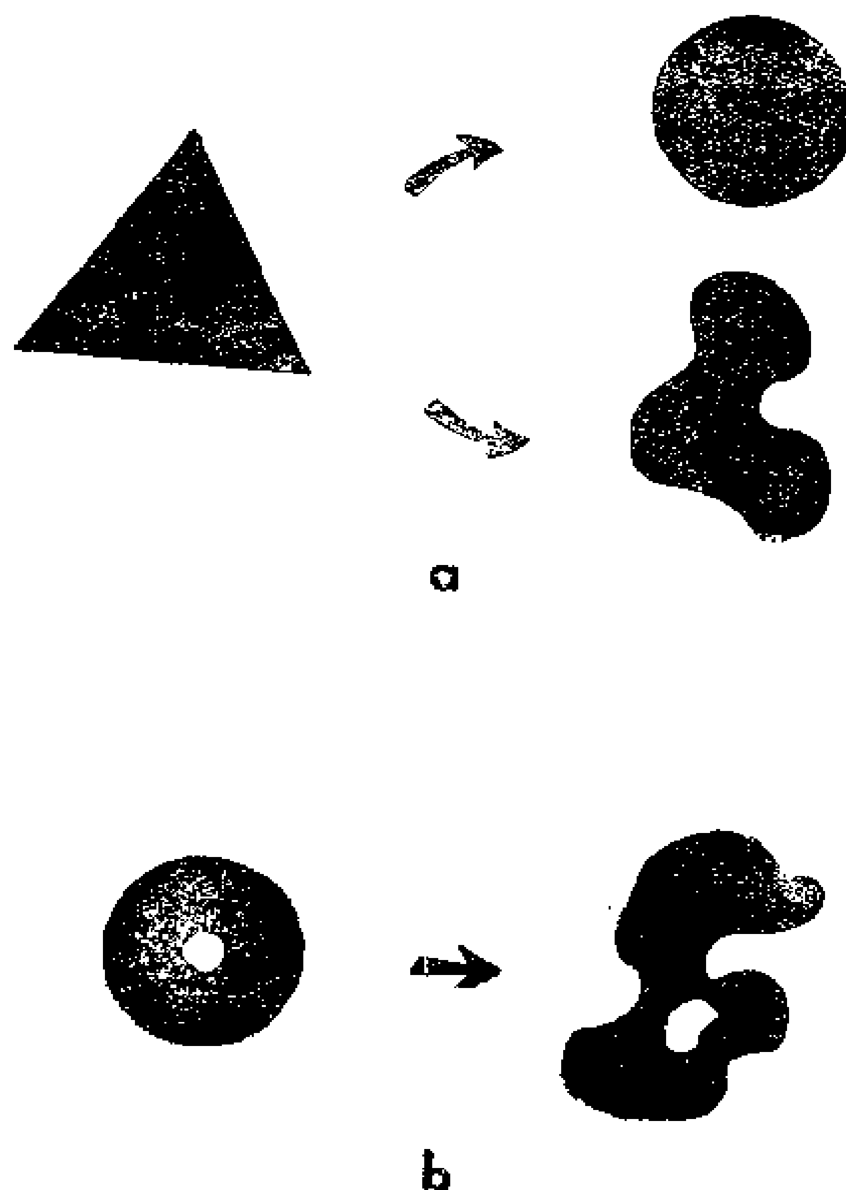


图1　拓扑变换和拓扑性质的图示

形，可以从一个三角形变形成一个正方形而无须剪开或粘结它的任意两部分。在这种变形之下，形状可以有很大的改变，究竟还有什么样的性质仍然保持不变呢？三角形可以变成圆形或任意不规则的图形(图 1a)，只要不把它剪开，作为一个连通的整体这个性质，即连通性，是仍然保持不变的。所以连通性是一种拓扑性质。另外，一个连通的图形中有没有洞或者有几个洞这种性质也是一种典型的拓扑性质(图 1b)。在图 1b 中，具有一个洞的环可以变形成非常不规则的图形，但是只要不把它剪开或把任意两点粘起来，它具有一个洞的性质是保持不变的。这里只就拓扑性质作了一个粗略的说明，有兴趣的读者可以参阅任何一本拓扑学的教科书。

让我们再返回来分析上述三个问题。正如我们已经指出的，对图形和背景的关系的观察表明，即便我们不能识别出图形的形状，但是可以把图像分割成图形和背景两大部分，图形和背景的分离并不是取决于图像的形状细节，这种情况下图像的大范围性质可能用连通性来描述。我们在说一幅图像中的一个物体时，总是意味着或暗含着，无论这个物体的形状是什么，它都是连通的、是一个整体的意思。也就是说，看来图形和背景的区分本质上可能是更基本的视觉系统对拓扑性质的初期检测功能的表现。在第二个例子中，视觉系统不能识别短暂呈现的图形是什么，却总能自发地报告呈现的是几个图形。这正是视觉系统敏感于刺激图像的拓扑性质的表现。把拓扑变换想象成橡皮薄膜的变形，只要没有把它剪开或粘结，无论怎样变形，原来是几块薄膜变换后仍然是几块薄膜，这就是说图像中图形的个数也是一种拓扑不变性质。跟第一个例子一样，这个例子也表明，视觉系统不仅能检测拓扑性

质，而且较之局部细节性质，视觉系统更敏感于大范围的拓扑性质；对这种由空间相邻关系决定的拓扑性质的检测，是发生在视觉过程的初期阶段。在关于似运动的现象中，我们特别感兴趣的是似运动过程中的图形的塑性形变的变换和这种变换下的不变性质。我们可以看出，这种塑性变形很象是薄膜橡皮的变形。这使得我们把它跟拓扑变换联系在一起。拓扑不变性质是否是似运动的对应一致性建立的基本因素呢？拓扑不变性质是否在似运动的形成中起作用呢？这个问题的进一步研究，不仅可以加深我们对似运动机制的认识，而且看来还可以为视觉系统的可能的拓扑结构提供又一个方面的证据。由此看来，这些表面上看起来很不相同的视知觉的现象都有可能用拓扑性质检测来给以统一的描述，都是视觉系统的具有在视觉过程初期检测拓扑性质的基本而普遍的功能的反映。其实，视觉系统检测拓扑性质是一件很自然、很容易理解的事。大概正是因为它太自然、太经常发生了，使得视觉研究的科学家们忽略了这个非常基本的事实。比如，我们看到一个在走动的人，他身体各部分的形状、灰度和色调都不可避免地在不断地变化，但是他是一个连通的整体的知觉却是直截了当的不会改变的。试想，如果因为人的形状的改变，而我们失去了他是一个连通的整体的知觉，那么对人的识别是不可能的。又如，两个远离观察者的人，由于相距太远，我们可能不能识别出这两个人来，但是却仍然可能识别出那是“两个东西”这样的大范围性质，那是两个分离的连通区间的拓扑性质。

当然，作为一个科学的结论，上述就观察现象和事实的分析是远远不够的。要得到视知觉拓扑结构的普遍性结论，我

们还必须要有各种实验的充分证据。这是一个困难的任务。困难在于我们不可能发现两个图形，它们之间只有拓扑性质的差别而没有其他几何性质或物理量（如亮度）的差别。因此，单个的实验总是可能面临异议，视觉系统对拓扑性质的差异的敏感可以被看成是由于同时存在的跟拓扑性质相混淆的其他几何性质引起的。面对这些复杂的视知觉现象，唯一的办法是，用不同的实验方法就各种视知觉的研究课题，进行大量的、一系列的实验，排除各种其他的解释性的因素的影响，而得到收敛一致的支持视知觉拓扑结构的结论。下面我们就选取一些典型的实验为例，来表明如何实验地证实视觉系统的初期抽提拓扑性质的功能。

实验一，视觉系统对拓扑差异的敏感性(Chen，1982b)。如果视觉系统确实具有检测拓扑性质的功能，那么我们应当可以从拓扑学的数学结论出发设计一些实验，它们的结果可能跟我们的日常经验不一致，却必须跟拓扑性一致。

人们的直觉的经验，圆、三角形和正方形看起来是很不相同的图形，但是从拓扑学的角度来看，它们都是拓扑等价的、相同的。而圆和环，由于一个含有一个洞，另一个不含有洞，它们是拓扑不同的。尽管在通常视觉观察的条件下，从人们在心理学上相似性的角度来说，人们会觉得圆和环比较起圆和三角形、正方形要相象一些，但是如果视觉系统具有初期抽提拓扑性质的功能，那么我们应当预计，在不能把圆和三角形、正方形区别开来的短暂呈现的条件下却仍然有可能把圆和环区别开来。图 2 表示用于这类实验的三组刺激图形。它们分别是实心圆和实心正方形、实心圆和实心三角形、实心圆和

环。受实验者被要求注视每幅图的中心的黑点，然后每幅图被呈现短暂的五毫秒，并且在撤去之后立即呈现另一幅空白的没有图形的蔽掩刺激，来干扰视觉系统对在此之前呈现的图形的知觉（这是视知觉研究中的一种实验方法，用一幅在时间上、空间上相隔一定距离的刺激图形来干扰破坏另一幅刺激图形的知觉。这种实验方法称之为视觉蔽掩）。受实验者被要求回答的问题并不是被呈现的在注视点两旁的图形是什么样的图形，而是被呈现的两个图形是一样的或是不一样

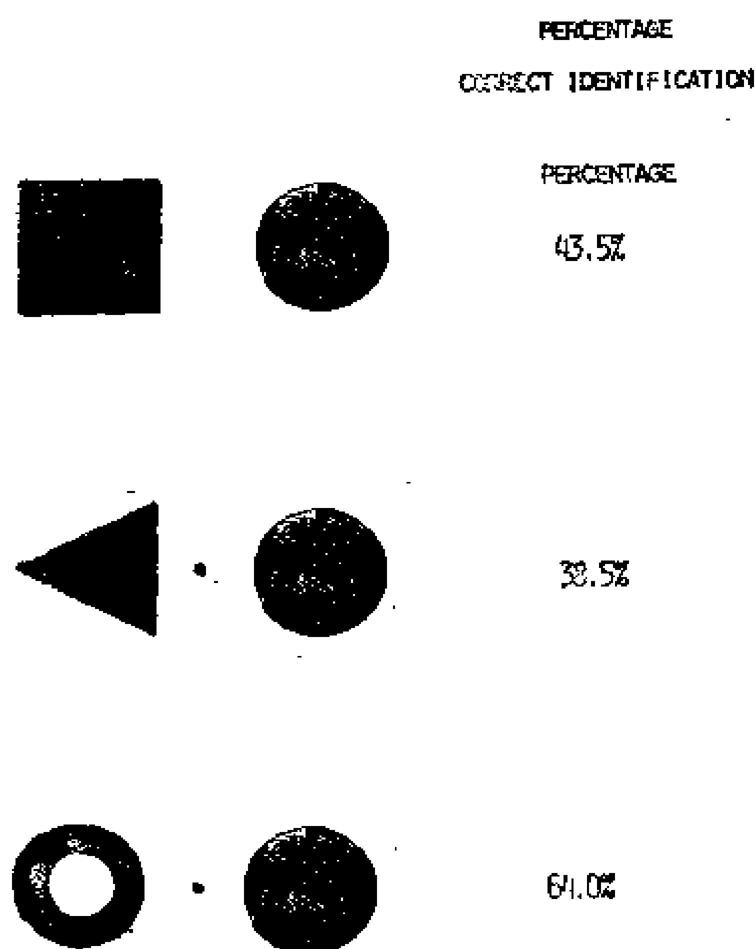


图2　用于测试视觉系统对拓扑差异的敏感性的实验的三对刺激图形的示意图。实验的结果(即报告两个图形不一样的正确报告率)标明在图的右边。

的。

实验的结果也表示在图 2 中。主要的实验发现是，视觉系统确实更敏感于拓扑性质的差异，也就是敏感于具有一个洞的环和没有洞的实心圆的差别。对圆和环一组刺激图形的正确报告率(即报告它们是不一样的)，要显著高于圆和三角形的正确报告率与圆和正方形的正确报告率。而且，拓扑性质等价的两对图形，圆和三角形与圆和正方形，它们的正确报告率的区别却没有达到统计意义，从而作为对照实验加强了视觉系统对圆和环的差别的敏感就是对它们之间的拓扑差异敏感的假设。这个跟日常经验不一致却跟拓扑学的解释一致的实验，提供了一个支持拓扑结构假设的较为直接和令人信服的证据。

实验二，封闭性和图形结构的优势效应 (Pomerantz, 1981)。

要建立任何一种图像识别的模型，一个必须首要回答的问题是：究竟什么是表达图像信息的基本单元?在视觉研究中占统治地位的特征检测理论总是寻求某种具体的、图形的简单部分及其局部几何性质，把它们看作是图形编码分析的最基本的单元。一种最通常的模型就是把具有一定朝向的线段看成视觉图像信息表达的最基本的单元。在特征检测的理论看来，图形的被识别是首先识别这些基本的分析单元，然后才是识别由这些基本单元形成的图形结构。比如，识别一个三角形被解释成，先是识别组成这个三角形的三条具有不同朝向的线段，然后才有对这三条边的结构关系的识别。Hubel 和 Wiessel(1962, 1965, 1968) 在哺乳动物的皮层发现对一定

朝向的线段敏感的神经元，似乎在生理学的水平找到了支持这种特征检测理论的证据，从而对视觉图像识别的模型的建立产生了很大的影响。

有人也想从心理学的行为实验的水平来寻找跟生理学实验一致的支持这种特征检测理论的心理学的证据(Olson and Attneave，1970)。图3所示的刺激图形显示了他们的一项主要发现。图3的每幅刺激图形都由四个象限组成，每个象限包含着四个小的图形，其中有三个象限包含的小图形及其排列结构都是完全相同的，而其余的一个象限虽然包含有跟其他象限一样的小图形，却具有不同的排列结构。在图3A中，包含在右下角的小线段具有跟其他三个象限包含的小线段不同的朝向。而在图3B中，作为对照，虽然每个象限所包含的线段都分别具有相同的对应的朝向，但是右下角的象限中被包含的线段所形成的角却具有较之其他三个象限包含的角不同的朝向。在实验过程中，要求受实验者能尽快而无误地报告

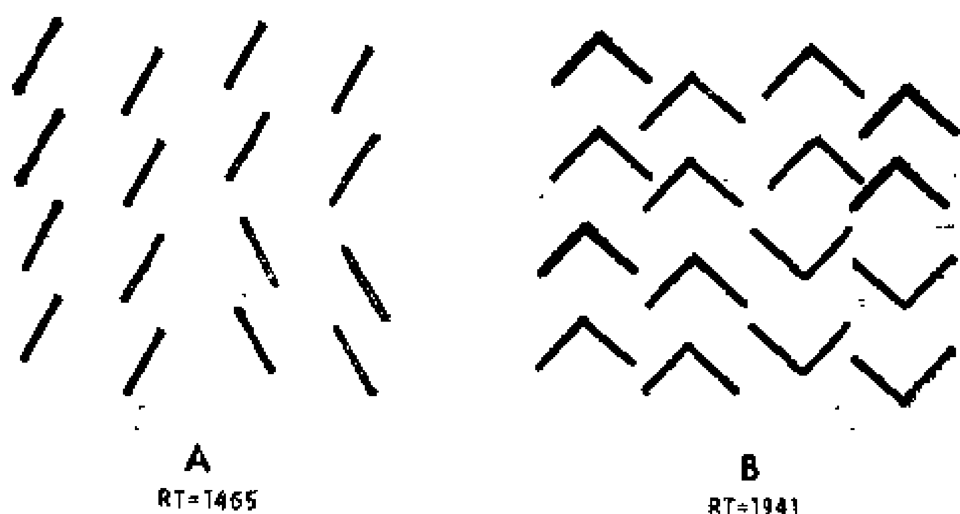


图3　被Olson和Attneave用来证明线段是图形知觉基本分析单元的一个典型的实验刺激图形。图的下边标明了该图的分辨所需的反应时间RT(单位：毫秒)。

究竟哪一个象限跟其余象限不同，而每幅刺激图形的不同象限究竟出现在哪个位置是随机的。受实验者完成这个任务所化的时间，即刺激图形开始呈现的时刻到受实验者作出反应的时刻的时间间隔，被记录下来，称为反应时间（英文缩写RT）。结果发现图 3A 所需要的平均反应时间只需要一千四百多毫秒，而对图 3B 任务却要困难得多，需要的平均反应时间将近二千毫秒。这个发现被看成是对以线段为基本单元的形状编码的特征检测理论在行为实验水平的支持。因为如果具有一定朝向的线段是图形识别的最初的分析单元，那么对图 3A 而言，不同象限的判断就会发生在最初、最基本的线段检测器的水平；然而，对图 3B 而言，由于各象限的线段的朝向都相同，那么对不同象限的判断就需要更进一步的、更多的处理才能做到，因此需要花较长的时间。

作者针对上述已有的实验设计了如图 4 所示的刺激图形，来验证究竟什么是图像信息的最基本的表达。图 4A 是由图 3B 演变而来，唯一的改变是把图 3B 中不同象限含有的四

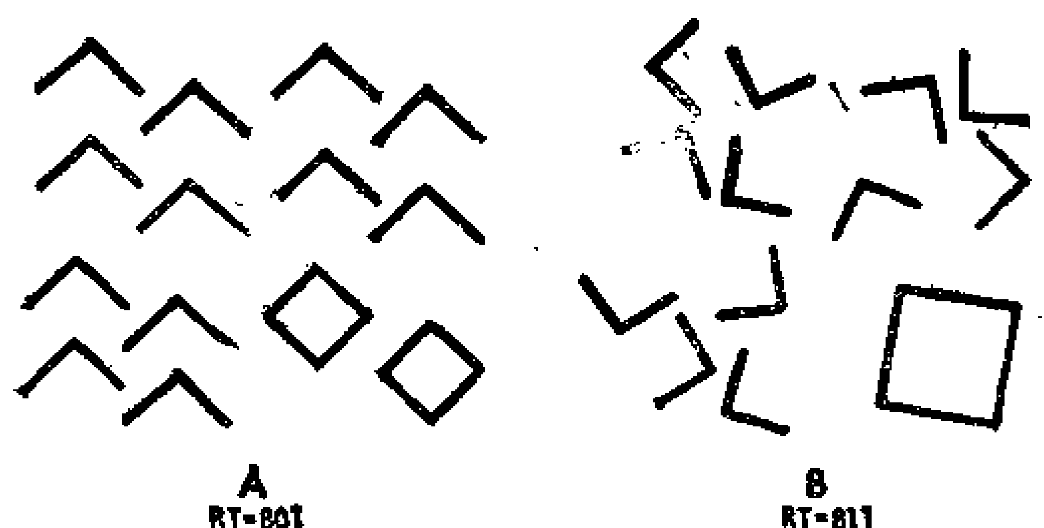


图 4　针对图 3，由作者使用的证明封闭性的优势效应的刺激图形。

个角中的两个旋转一百八十度，从而分别跟另外两个角形成了两个小正方形。由于旋转一百八十度，图 4A 的每个象限仍然含有跟其他三个象限一样的朝向的线段和一样大小的角，但是图 4A 的不同象限却含有跟其他象限不同的封闭的图形结构。实验表明，要辨别图 4A 的哪个象限跟其他三个象限不同所需要的平均反应时间却大大地少于图 3A 和3B所需要的平均反应时间。前者仅需要八百毫秒左右。这种现象被称为图形结构的优势效应。组成每个象限的图形都包含有完全相同的线段，它们长短和朝向都相同，只是由于其组织结构的不同而大大地易化了它们的分辨，所以称为图形结构的优势效应。图形结构的优势效应对上述的特征检测理论提出了疑问。显然，无论把一定朝向的线段作为分析基本单元还是把角度作分析基本单元，特征检测理论都很难解释这种优势效应的实验数据。那么，是什么样的图形结构因素引起了这样明显的优势效应呢？图 4A 的结构提示，这有可能是因为视觉系统对图 4A 的不同象限所包含的图形的封闭特性特别敏感。我们知道，封闭性也是一种拓扑不变性质。在拓扑变换之下，一条封闭的曲线可以任意地变形，然而其封闭性却是保持不变的。看来，图 4A 所示的优势效应也有可能是支持视知觉拓扑结构假设的又一个证据。

然而有人批评说，图 4A 的分辨任务的特别容易不是因拓扑性质封闭性，而是由于图 4A 的与其他象限相异的象限包含的交点数跟其他三个象限所包含的不同，前者包含有八个交点，而后者每一象限只含有四个，从而提出交点数可能应当看成是图形信息表达的基本单元。为了排除交点数这个易混淆的因素，图4B被设计来进一步证实是封闭性而不是交点

数在起作用。图 4B 的每个象限都含有相同的四个交点，但是与其他三个象限不同的象限的四个角形成一个封闭的正方形。尽管交点数相同，然而图 4B 的反应时间却也是很短的。特别有意思的是，除了封闭性之外，图 4A 和4B看起来是很不相同的刺激图形，但是它们各自所用的平均反应时间的差别却没有达到统计意义！是什么样的共同的结构因素使得它们的反应时间都很短，而且是统计意义相同的呢？显然，它们的与众不同的象限都具有一个共同的明显的结构特点，即封闭性。可见，这个实验进一步支持了视觉系统对封闭性这种拓扑性质特别敏感而引起图形结构优势效应的假设。

视觉系统对封闭性的敏感究竟到什么程度？下面由图 5A 和5B所做的实验表明(Pomerantz，1981)，从知觉的时间过程来说，视觉系统对封闭性的检测象是发生在非常初期的阶段。图 5A 的每个象限都包含有三条线段，而且它们的朝向和长短都分别跟对应的线段相同。然而与其他象限相异的象

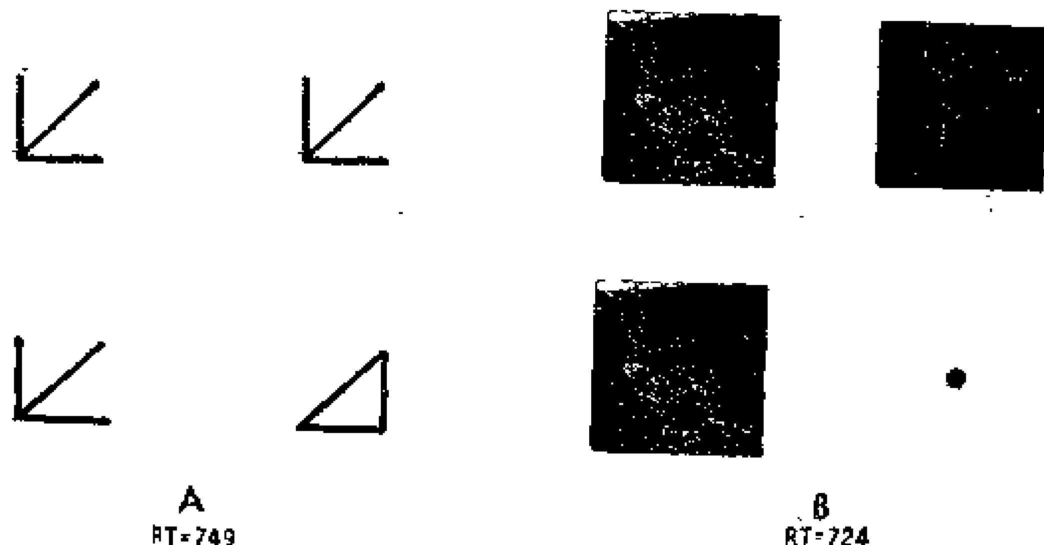


图 5　用来显示视觉系统对封闭性的检测的容易的程度的两幅对照的刺激图形。分辨相异象限的反应时间表明，分辨封闭性的容易程度不亚于对图 B 的分辨(见参考文献[26])。

限所包含的三条线段形成一个封闭的图形(三角形)，而其余的每个象限含有不封闭的图形(箭头)。图5B的三个相同的象限每一个都含有一个大的实心的正方形，而跟它们相异的象限只含有一个小黑点。大概很难想象还有什么分辨任务比图5B所示的分辨任务更容易了。我们可以把图5B所示的分辨任务看成我们的这一类实验数据的基准，表示这是最容易分辨的刺激图形，其所需的反应时间是最短的。然而出乎常识预料，图5A的平均反应时间跟图5B的平均反应时间的差别没有达到统计意义，也就是说从统计意义上来说两者是相同的！在短暂呈现刺激图形的条件下，受实验者按实验要求尽可能快地识别出图5B的哪一个象限跟其余象限不同，很可能只是根据这个象限没有包含任何东西，而其余象限包含有东西来作出判断的。要知道，存在某个图形或不存在某个图形这也是一种拓扑不变性质，因为在橡皮薄膜形变似的拓扑变换之下，是否存在某个东西的性质是不会因为这种变换而改变的。正如我们看到的那样，图5A和图5B之所以具有相同的反应时间，原来是因为它们反映着视知觉拓扑性质检测的同样的功能层次。这就是说，尽管它们表面看起来具有很不相同的图形结构，但都是对拓扑性质的分辨。这些实验数据清楚地表明，对封闭性这种拓扑性质的检测发生在视觉时间过程的非常初期的阶段，支持视知觉拓扑结构的假设。为什么视觉系统对封闭性具有如此奇妙的非常高的敏感性，这对于视觉有什么功能意义，这些问题的答复在直觉上并不是显而易见的。然而从拓扑性质检测的统一的观点来看，原来，对封闭性的敏感就象视觉系统能够在视觉过程的初期轻而易举地抽提图形和背景的关系一样，就象视觉系统能够识别走

动的人是一个整体一样，这些视觉的基本的至关重要的功能都反映了视觉系统的拓扑结构的同样的本质。

实验三，连通性和内容关系效应（Weisstein and Harris, 1974）。

就通常的情况来说，分布在一条目标线段周围的其他线段会使得目标线段的检测变得困难，因为在这样的情况下，其他线段对目标线段的检测起破坏性的干扰作用。然而图6所示的实验却表明，情况并不都是这样。当目标线段嵌在如图6所示的由其他线段形成的内容结构之中时，出人意料地要比目标线段单独呈现时被检测的准确性高。也就是说，形成某种结构内容关系的线段会易化嵌在这种结构内容中的目标线段的检测。这个重要发现的意义在于，它也对那种以线段作为图形编码的基本分析单元的特征检测理论提出了疑问。如果按照这种在目前视觉研究中占统治地位的特征检测理论的基本思路，图形的被识别是首先对组成图形的简单部分和局部性质（如一定朝向的线段）的识别，然后才有对线段所形成的结构关系的识别，那么就很难解释对单独的一定朝向的线段的检测为什么比嵌在一定内容结构中的线段的检测还要困难。作为图形信息表达的基本单元的线段，它的被检测应当是发生在最初的视觉阶段，而识别嵌在无论哪种内容结构中的线段则可能需要作进一步处理，因此用特征检测的理论模型很难解释这种内容关系的优势效应。

由于这个内容关系效应的研究对应当如何建立视觉图像识别的模型有不可忽视的影响，所以已有大量的文献研究和讨论究竟是什么内容结构关系引起了这种效应。从作者的观

点来看[2]，图6所示的内容的线段跟嵌入其中的目标线段形成连通的和封闭的结构，从拓扑性质检测的角度来说，视觉系统对连通性和封闭性这些拓扑性质的非常高的敏感性可能引起作为连通、封闭结构的一部分目标线段的检测的易化。

然而，内容关系的优势效应的研究方向的发展并不是一帆风顺的。有人报告(Earhard,1980)，用如图6所示的同样的内容结构，但是改变了注视点的位置从图6所示的位置到

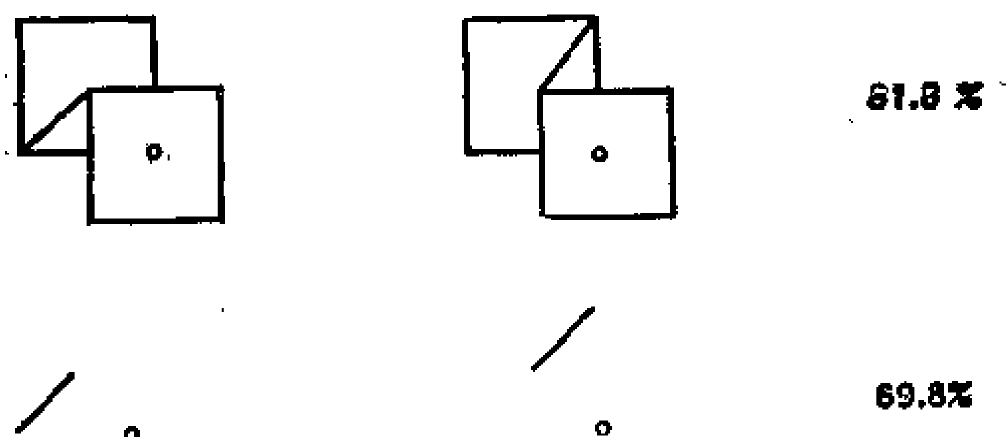


图6　显示内容关系效应的实验的示意图。实验表明，在如图所示的注视点(图中的小圆圈)的条件下，嵌在Weisstein-Harris内容关系中的目标线段，比单独呈现的目标线段，检测的准确性要高。图的右边标明分辨开目标线段1和2的正确报告率。

图7所示的位置，目标线段被检测的优势效应就变成了劣势效应(见每幅图右侧所示的正确报告率数据的改变)。这样看来，这种优势效应似乎是取决于注视点的位置，而不是结构内容，是否存在内容结构的优势效应便成了一个问号。这个实验似乎说明，并不存在什么内容结构的优势效应，它只不过是注视点改变引起的偶然现象，从而对内容关系效应的研究方向提出了疑问。当然，同时对作者关于内容结构效应的拓扑学解释也提出了疑问。因为很难设想，图形的拓扑结构会随着

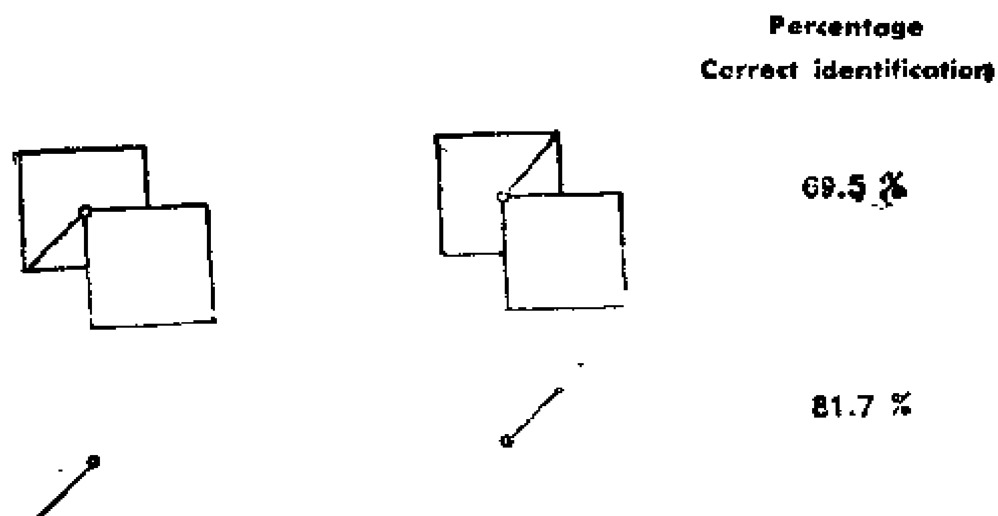


图 7　除了注视点移动到图中所示的位置之外，其他的刺激图形的条件完全一样，但是图右边所示的正确报告率跟图 6 相比却颠倒了，不是显示如图 6 所示的优势效应，而是劣势效应（见参考文献[9]）。

注视点的改变而变化。但是科学研究正是在不断地受到挑战中不断地解决新的矛盾而取得新的发展的。作者做了一系列的实验来研究产生这些复杂现象的原因。在这里我们仅举其中一例(Chen，1982a)。

由前面所述，作者认为内容结构关系的优势效应是由于较之更细节的性质，如朝向和空间位置；视觉系统更敏感于大范围的拓扑性质，如连通性和封闭性。从这样的视知觉的功能层次来看，即便围绕注视点的其他线段会干扰目标线段的朝向和位置的检测，但是视觉系统仍然有可能检测目标线段的大范围拓扑性质。这样的视知觉功能层次和拓扑性质检测的分析和预计引导我们把实验程序加以改变。关键的改变是，受实验者的任务不再是如图 6 所示根据线段的位置来辨别不同的目标线段，而是报告目标线段的是否存在。正如本文实验二所指出的，跟"图形的形状、线段的朝向或位置是什么"这

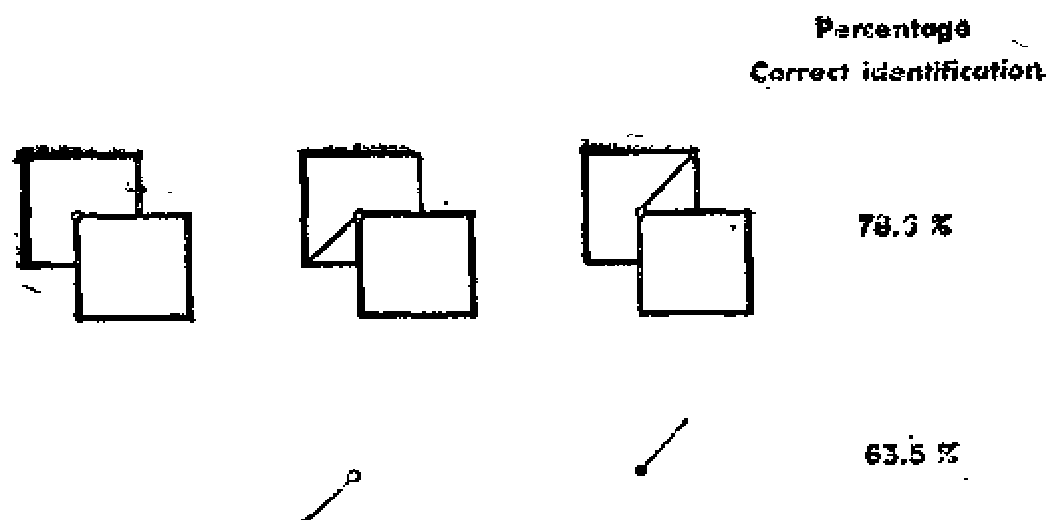


图8 作者改变实验程序所用的刺激图形。两组图形的最左边一幅都显示不包含有目标线段的情况，第一幅只是 Weisstein-Harris 的内容关系，而第二组的左边一幅表示空白的刺激（见参考文献[5]）。

类问题不同，“是否有图形存在”的问题代表的是大范围的拓扑性质。用图 8 所示的两组，每组三幅刺激图形，每一次实验，我们在每一组中选取一幅不包含目标线段的刺激图形（在上边一组中是指左边只包含内容结构的那幅；在下边一组中却是指左边那幅空白的）和任一幅包含有目标线段的刺激图形，把它们随机地先后呈现，然后受实验者报告在哪一次刺激呈现时有目标线段。这个实验使用跟前边实验同样的内容结构，使用同图 7 一样的注视点，然而在实验程序改变之后，这种连通的、封闭的图形内容结构又表现出很强的优势效应。具体的数据可见图 8 中所示的实验结果。

看来，视知觉研究的内容关系效应也提供了视知觉拓扑结构的证据。图 8 所示的实验也象前边两类实验一样，不仅提示了拓扑性质检测在视觉过程中起着重要的作用，而且确实象发生在视觉过程的初期。

实验四，拓扑不变性质和似运动(Chen，1983b)。

在如下的关于似运动的实验中，我们采用了称为“运动竞争的技术”。两幅刺激图形先后呈现。在第一幅中包含位于正中的单个刺激图形，而第二幅包含位于两边的两个跟中心等距离的刺激图形。对每个受实验者，调整两幅刺激图形的各自的呈现时间和相互的呈现时间间隔，使得受实验者在这样的呈现条件下产生似运动的知觉。受实验者回答的问题是，中间的包含在第一幅刺激呈现中的图形看起来是向包含在第二幅刺激呈现中的哪一个图形运动，简而言之，就是中间的那个图形看起来是向左边的图形运动，还是朝右边的图形运动。在文章开始时，我们就提到似运动的塑性形变的现象，并且提出拓扑不变性质是否在似运动的产生中起作用的问题。上述的运动竞争的实验方法给我们提供了一个客观量度来研究各种图形结构性质对似运动的影响。

如图9所示的七对刺激图形代表了各种拓扑不变性质的比较。每对刺激图形的中间一个图形包含在第一幅刺激呈现中，两边的两个图形包含在跟随第一幅呈现的第二幅刺激呈现中。为了帮助读者容易掌握这些刺激图形设计的规则，在图9中每个中间的图形都安排成跟右边的图形拓扑等价或具有相同的简单连通拓扑不变性质，而跟左边的图形拓扑不等价。当然，在实际的实验中，第二幅刺激呈现时，两个图形的任一个是随机地呈现在左边或右边，以避免受实验者的心理倾向性影响实验的正常结果。下边，我们仅选取这七对刺激图形的一部分作进一步说明。

第一对的三个图形每一个都是由完全相同的三条线段构成的。中间的图形 a 是一个箭头状的图形。而左边的图形 b

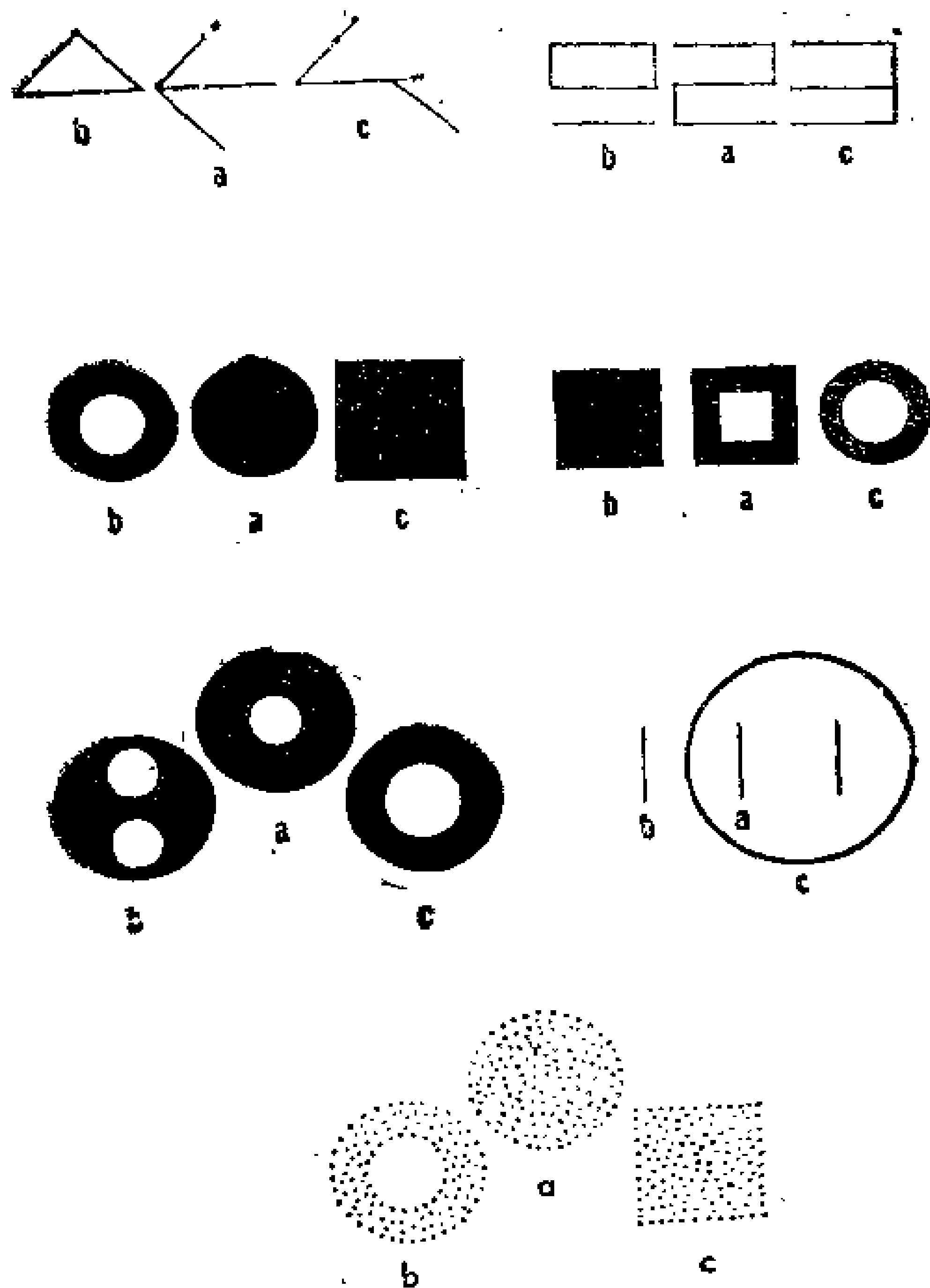


图 9　研究似运动规律跟拓扑性质的关系所采用的七组刺激图形。每一组图形中间的图 a 包含在第一幅刺激呈现中，而图 b 和 c 包含在相继呈现的第二幅刺激呈现中。图中所示的各个图形的位置是把两幅刺激呈现重迭在一起时的情况（见参考文献[6]）。

和右边的图形 c 都是由中间的图形改变而来，它们之间虽然

有一个是封闭的而另一个不是封闭的拓扑性质的不同，但是它们都是把图形 a 的一条线段平移相同的距离而得来的。按照我们前边已提到的解释似运动机制的一个代表性的计算理论(Ullman, 1979)，线段是建立两个似运动的图形之间一致性对应关系的基本特征，那么图形 b 和 c 较之图形 a 有相同的一致性对应关系，图形 a 不应当有向图形 c 方向运动的优先性。这样，这一对刺激图形给我们提供了一个机会，验证在似运动产生的机制中究竟是拓扑性质的检测还是从局部特征出发的计算在起作用。

第三、四对刺激图形相比较，我们仅仅改变了中间的图形，一个是实心的圆，另一个是空心的正方形，左右两边的图形基本保持一样。这样，不仅这两对刺激图形本身各自都可以验证拓扑不变量是否起作用，而且把它们结合起来研究，可以互为对照，从而排除其他解释性因素的影响，提供更加客观的、令人信服的证据。比如有人提出(Ramachandran, Ginsburg and Anstis, 1984)，“空间频率的低频成分在似运动中起决定性作用”。那么，他们会解释实心圆向实心正方形的运动倾向性是因为它们都具有较多的空间低频成分，而不是因为它们是拓扑等价的。然而，如果要坚持这种空间频率的解释的一贯性，就必须把第四对刺激图形中的空心正方形向空心圆的运动倾向性解释成因为它们都具有较多的空间高频成分。空心的正方形和空心的圆较之实心的正方形含有更多的空间高频成分。这样，把对第三、四对似运动图形的空间频率的解释结合起来看，就无异于用另一种说法来说，“形状的相似性决定了似运动”。然而，许多研究早已证明，形状的相似性对似运动的产生是不起作用的(Ullman, 1979)。所以把

这两对刺激图形结合起来互为对照实验，就有利于排除“空间低频决定似运动”之类的似是而非的解释，从而把拓扑学的解释的正确性进一步给予证实。

除了空间频率之类的解释性因素之外，还有一些在视知觉研究中人们常爱使用的解释性因素，比如光通量。有人自然会争辩，在第三和第四对刺激图形中，中间的图形向跟它拓扑等价的图形运动的倾向性不是因为它们的拓扑性质，而是由于它们之间具有相似的光通量(图形的面积)。有洞或无洞这类拓扑不变性质总是跟图形的面积有一定联系的，特别是在图形设计中我们总是尽可能保持图形的外周尺寸相似的情况下，洞的有无就更是跟图形的面积密切相关了。我们在引用这些实验的一开始就提到这类困难，我们无法找到两个图形除了拓扑性质的差别之外而没有别的因素的差别，因此视知觉的拓扑结构的证明不是用一两个实验就能简单办到的。第五对刺激图形正是针对这类困难而设计的。为了排除光通量之类因素的影响，图 b 的两个小洞的面积之和有意地设计得跟图 c 的大洞的面积相等，因而它们具有相同的光通量。我们已经提到，一个连通区的洞的个数是一种典型的拓扑不变性质，也就是说图 a 跟同样只含有一个洞的图 c 是拓扑等价的，而跟含有两个洞的图 b 是拓扑不同的。如果光通量的解释是正确的，那么我们不应当观察到图 a 朝任何一个方向运动的优势。然而，如果拓扑学的解释是正确的，我们同样应当观察到图 a 向图 c 运动的优势。可见，这一个实验一方面可以比较光通量的解释和拓扑学的解释的正确与否，另一方面又可以就洞的个数(这又一种拓扑性质)来验证视知觉的拓扑结构的假设。

这七对刺激图形代表了各种看起来很不相同的图形结构，考虑了各种不利于拓扑学解释的其他解释性因素，然而它们仍然一致地支持了视知觉拓扑结构的假设。实验结果清楚地表明，每一个中间的图形都以很强的优势性向跟它具有相同的大范围拓扑不变性质的图形方向运动。

实验五，几种同时起作用的因素的竞争的组织（Chen，1982c）。

人类的视知觉有一个重要的特点：图像的被知觉并不是图像的各个独立部分的简单罗列，而是具有整体组织的特性。被知觉的图形由视觉系统自发地组织起来，在一定的条件下，图形的某些部分被看成一个整体。这类现象在视知觉组织的研究中称为群集。尽管在群集的课题上已经有大量的实验研究和理论分析工作，然而迄今还没有完善的理论来说明群集的本质究竟是什么。图 10 给出视知觉组织的一个典型的例子。虽然图 10 是一个明显的由离散的点组成的阵列，但是较之行距相隔较近的每列上的点却形成连通的整体的感知。心理学中把这种群集称为相邻性的组织，即在空间上相邻近的点会被知觉成一个连通的整体。

群集的问题是视知觉组织研究的一个重要而困难的问题，群集的本质如何理解也是应用拓扑不变性质来描述视知觉组织的一个难点。视知觉的过程在本质上终归是离散的，视知觉组织的研究也常常是针对一些显然离散的刺激图形，如图 10 所示的点的阵列。因此，普通的拓扑学不能直接地用来描述这类离散集合上的大范围性质。这是运用拓扑学的数学工具来描述视觉问题的一个严重障碍，是一个在理论

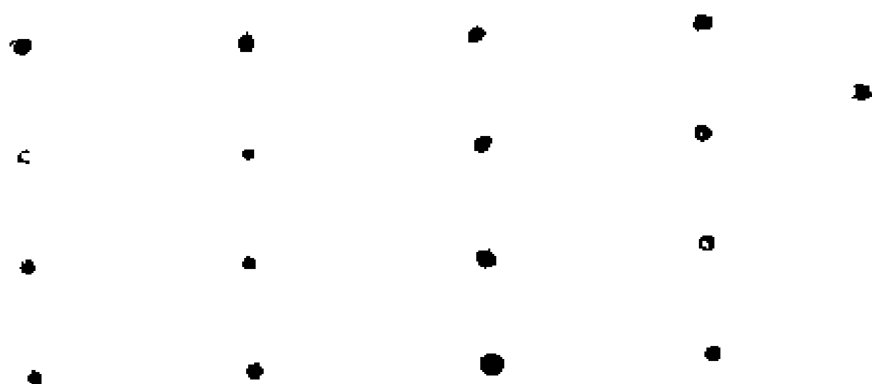


图 10 表示视知觉群集现象的一幅简单的示意图。相邻较近的每一列上的点被知觉成一个连通的整体。

上必须给予明确回答的问题。对于一个明显离散的集合，为什么我们却有连续的整体性的知觉？这正是为什么视知觉组织的现象使人感到费解。问题是“我们如何才能把握在一个离散集合上的大范围性质？”用数学的术语来说，“我们怎样才能在一个离散的集合上定义拓扑，而且不是离散的拓扑？”作者认为，容限空间的数学(Zeeman，1962)正是告诉了我们如何在离散的集合上系统地描述拓扑性质。容限这个代数关系不仅用来表示最小分辨率的概念，更重要的是它表示了视知觉组织的最小尺度，在这个最小尺度的范围内视觉系统为了注重大范围性质而忽略细节。在容限空间中，我们可以建立起一套类似于拓扑的数学结构。作者认为，群集表现了视觉系统忽略一定容限范围的细节和抽提大范围容限性质，如容限连通性、封闭性和洞的功能。群集的本质就是大范围容限性质的抽提，也就是说，群集也是拓扑性质检测的表现[6]。(Chen，1979；and Chen，1983b)。

群集的一个值得注意的现象是几个同时起作用的组织因素引起的竞争的组织。在图 11 所示的例子中，刺激图形是由

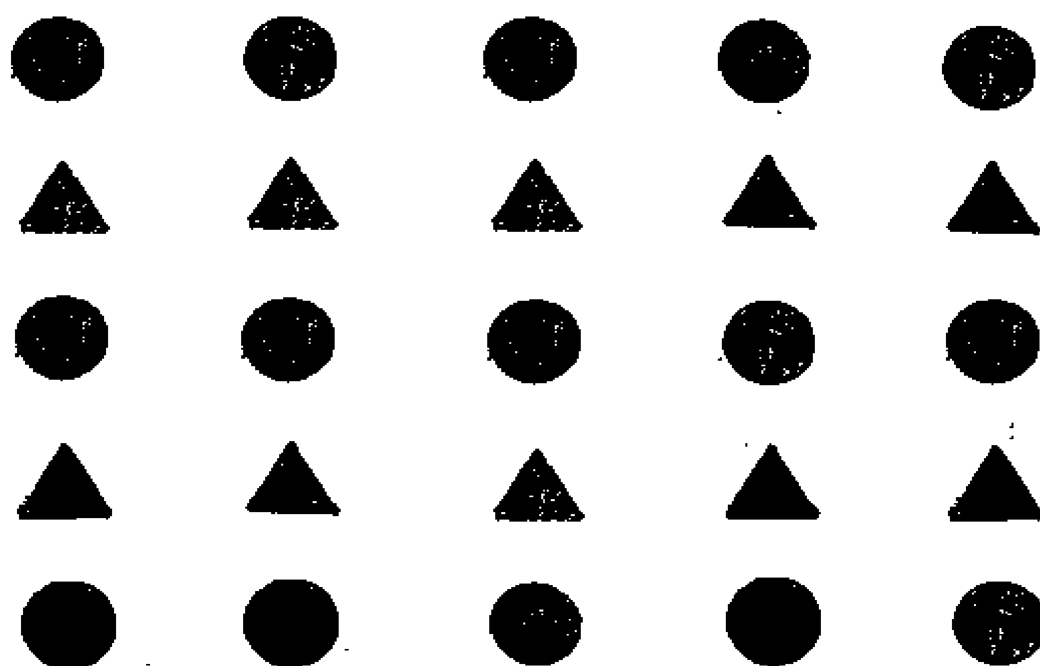


图11 表示有两种竞争的组织因素时的群集现象的例子。在正常观察条件下，尽管每一列上的小圆和小三角形相邻较近，但是图形形状的相似性起主要作用，由圆和三角形形成的阵列被知觉成一行行的水平的组织。

实心的小圆和小三角形组成的阵列。这里有两种组织的因素，一方面是每一列中相邻的圆和三角形的空间距离比较靠近而产生一列一列的垂直的相邻性组织的倾向，另一方面是每一行中相同的圆或三角形产生一行一行的水平的相似性组织的倾向。这种竞争组织的现象给我们提供了一个机会来研究群集的规律性，从而深入一步理解视知觉组织的本质。

在正常视觉呈现条件下，图11所示的图形的组织是水平方向的组织占优势。尽管每两列之间的距离较每两行间的距离要近，但是似乎相邻性的作用不复存在。从容限空间的数学结构来说，相邻性应当是一种最基本的关系，容限仅仅是靠得比较近的点对的集合，而并不需要测度或距离的数学结构。然而，对相似性而言，由图形相似产生的组织至少应当在视觉

系统检测到这些图形的性质之后才可能发生。这样的分析引导我们去研究竞争组织的时间过程。在本文中我们仅引用这方面实验的两、三个例子。

在第一个实验中，除了图 11 所示的刺激图形之外，还使用了图 12 所示的刺激图形。较之图11，图 12 的唯一的区别是

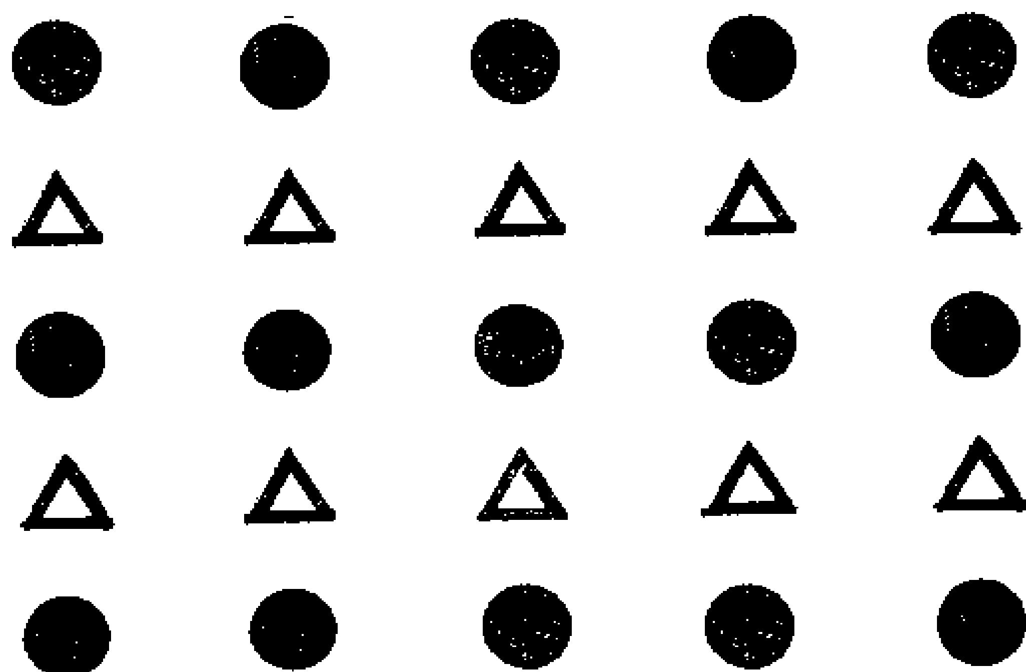


图 12　除了用空心的三角形代替实心的三角形之外，这幅图形具有跟图 11 完全一样的结构和知觉的组织。

用中空的三角形代替了图 11 的实心的三角形。实验的主要程序是，把图 11 和图 12 呈现不同的时间，五十毫秒或一千毫秒。受实验者在每次呈现后报告他知觉到的图形的组织是水平的还是垂直的。多人次实验的统计数据描绘在图 13 之中。

从图 13 所示数据可以得到的主要结论是如下几点：首先，正如我们所预计的，相邻性是视知觉组织的非常基本的因素。在短暂呈现的条件下，图 11 的组织由以水平的相似性组织为主改变成以垂直的相邻性组织为主。也就是说，空间相邻

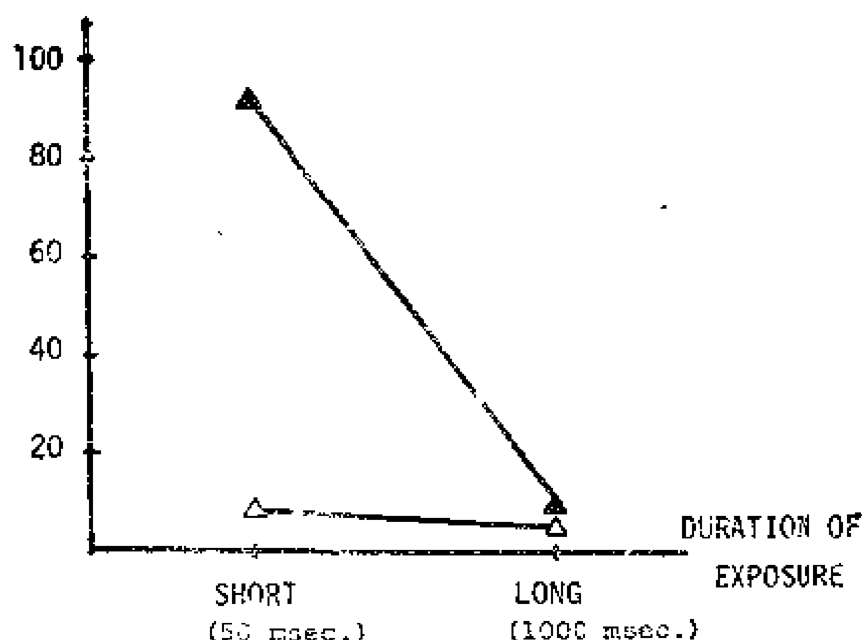


图13　研究图11和图12在长短不同的呈现时间下，视知觉聚集状况的不同数据的示意图。以实心的小三角形为端点的表示图11的实验结果；以空心的小三角形为端点的表示图12的结果。

性的组织发生在视觉的初期，而且随着视觉信息获得的增加，视知觉进行了再组织，比较细节的性质产生的相似性组织占主导地位。这种再组织的现象表明了视知觉确有一个功能层次，先有空间相邻关系决定的大范围容限（拓扑）性质的抽提，然后才有其他较为细节的图形性质的抽提及由此产生的相似性的再组织。而图12所得的数据对视知觉的再组织的功能层次提供了更深入一步的揭示。我们注意到，在较短时间呈现的同样条件下，由实心圆和三角形组成的图11的组织已经变成以垂直方向为主，但是由空心三角形和实心圆组成的图12的组织却仍然以水平方向为主。这些数据表明，较之由拓

扑等价的实心圆和实心三角形产生的相似性组织，由拓扑不同的空心三角形和实心圆产生的相似性组织发生在视觉的初期。这个实验不仅生动地验证了视觉系统检测拓扑性质的功能，而且也有力地支持了拓扑性质的检测发生在检测图形的更细节的形状信息之前的见解。

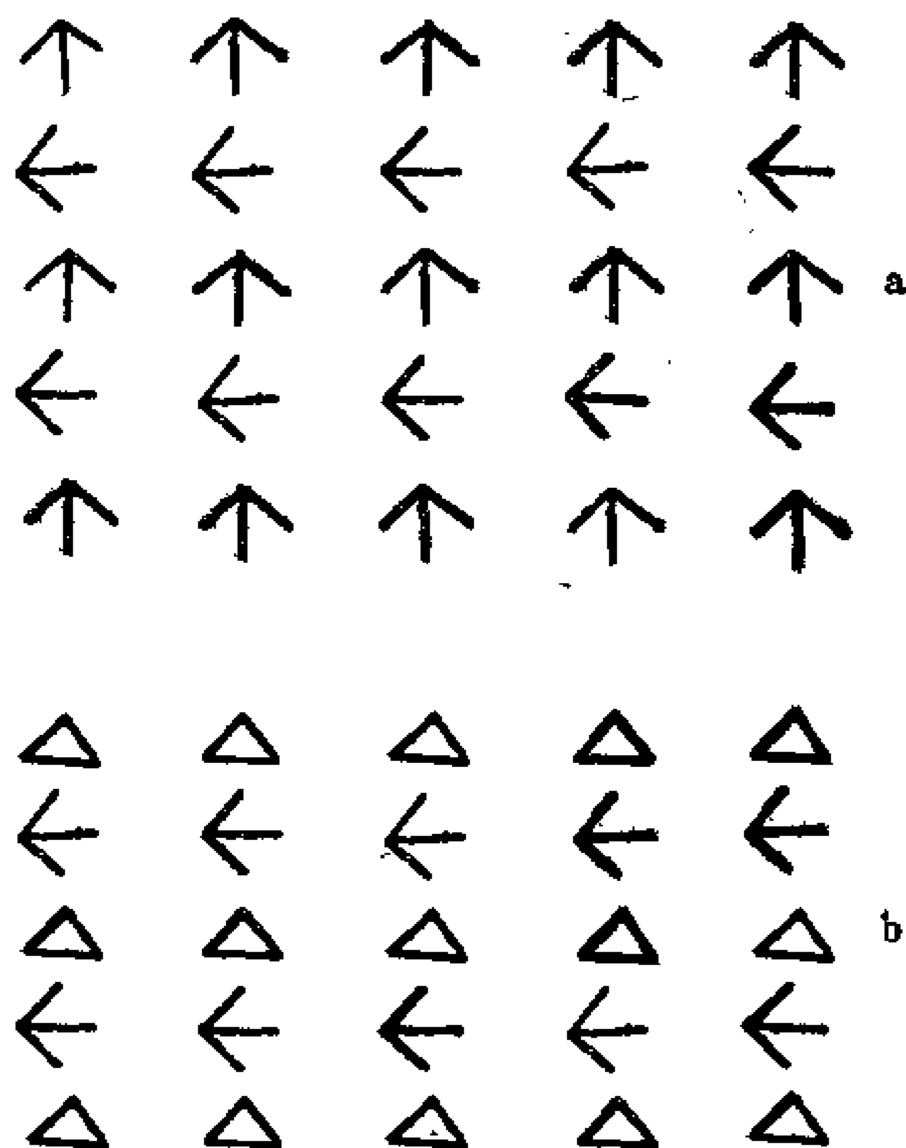


图14　用于比较朝向相似性产生的组织和封闭性相似性产生的组织的刺激图形。图a表示朝向产生的水平的组织；图b表示封闭性产生的水平的组织。

有人可能也会提出其他解释性的因素，如光通亮、空间频率之类，来代替对图 12 的拓扑学的解释。我们设计了如图 14 和图 15 的另外两组刺激图形来进一步排除这些非拓扑学的解释因素。在图 14 中，第一幅阵列的每一行上的箭头具有相

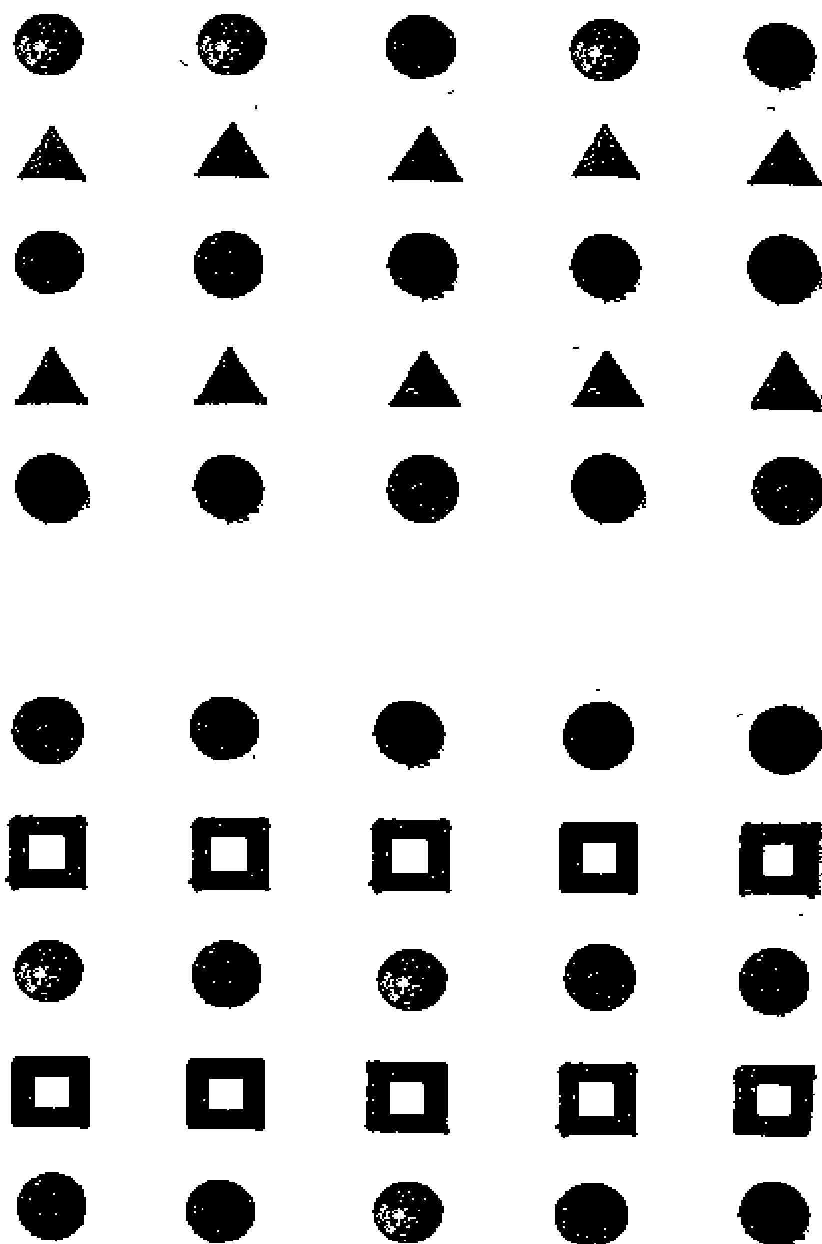


图 15　用具有跟圆同样面的空心正方形代替图 12 的空心三角形而形成的刺激图形。这样可以进一步排除光通量之类的解释性因素，而验证拓扑学解释的假说。

同的朝向，从而产生朝向相似性的水平方向的组织；第二幅中，唯一的改变是用封闭的三角形代替了具有水平朝向的箭头。在正常呈现条件下，两幅阵列都是以水平方向的组织占主导地位，然而前者的相似性因素是朝向，而后者是不同的拓扑性质。就图 15 而言，第一幅刺激图形跟图 11 完全相同；而在第二幅刺激图里，中空的正方形代替了实心的三角形，且中空的正方形具有跟实心的圆相同的面积。在同样的实验程序下得到的数据绘制成图 16，它和图 13 所示的数据完全类似。对图 14 和图15来说，无论空间频率还是光通量的解释都是站不住的，然而它们却都一致地支持了视觉系统对拓扑性质的

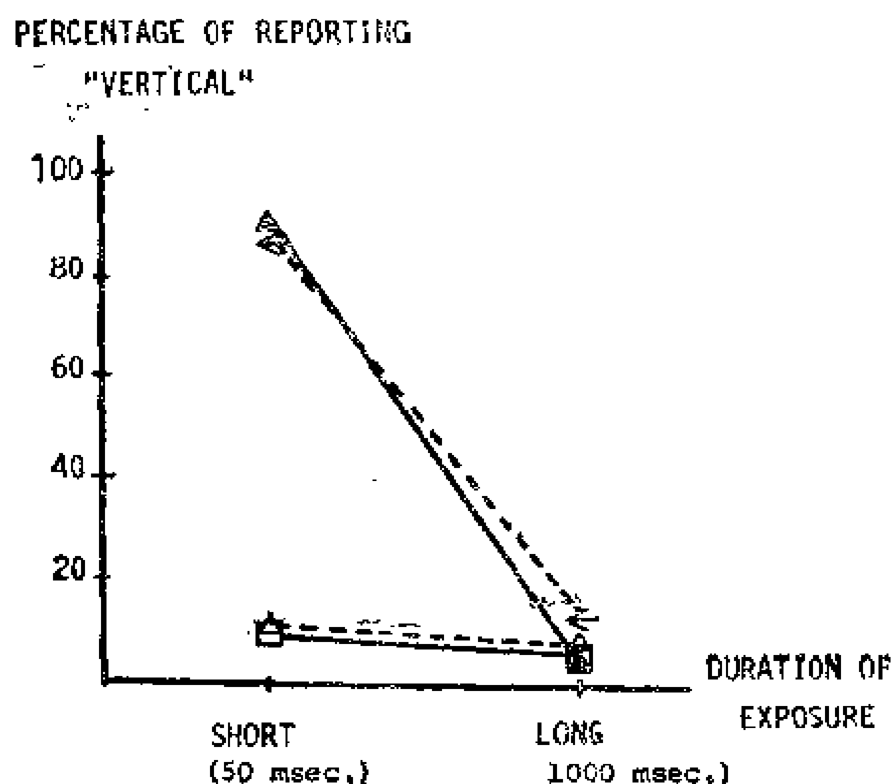


图 16　用图 14 和图 15 的实验结果。用箭头和实心的三角形与空心的三角形和正方形分别表示拓扑性质相同的和拓扑性质不同的相似性因素的组织。用实线和虚线分别表示图 14 和图 15 的实验结果。

初期检测。

总之，象前边的几个实验一样，这类竞争的组织的实验又从另一种研究方向和实验技术验证了视图形知觉的功能层次．表明拓扑性质的检测是发生在视觉过程的初期阶段。

上述用不同的实验方法在不同的视知觉研究领域取得的一系列实验数据都收敛一致地支持视知觉拓扑结构的假设，都支持视觉系统确实具有在视觉时间过程的初期检测大范围拓扑性质的普遍而基本的功能。一方面，这样的以实验为依据的理论结论对大量的、错综复杂的视知觉组织的现象给予统一的、实质性的描述，为视知觉组织的研究提供了一种指导思想。以上列举的各方面的实验已经表现出拓扑性质检测的理论在视知觉研究中富于成果的可应用性。另一方面，更有意义的是，拓扑性质检测的研究，即研究视觉信息处理究竟是从什么开始做起的最基本的问题，也就是要回答"什么是视觉信息知识最基本的表达单元"这个根本性的问题。这一问题是建立任何一种视觉图像识别的模型都必须首先回答的。因此视知觉拓扑结构的理论必然地涉及到视觉研究的几个理论派别的核心观点，如格式塔学派的整体性知觉（Dodwell，1978），吉布森学派的不变性检测（Gibson，1979）；当然的，也密切地关系到如何评价现代计算理论学派的核心论点：视觉即计算。从下边的讨论我们可以看出，拓扑性质检测的问题给视觉的计算理论带来实质性的困难，从而对计算理论的研究方向提出了疑问。在文章的以下部分，我们首先批评地讨论作为计算理论学派代表的麻省理工学院的Marr等人的视觉的计算体系，讨论为什么拓扑性质的检测是Marr的计

算体系无法回避的实质性的困难。然后，我们再从平行计算的一般数学模型的角度来进一步阐明，视觉计算体系的“计算”拓扑性质的困难不是偶然的，也不是技术上的，而是由计算理论本身的局限性造成的。

二

正如Marr所说的，从哲学观点来说，他的视觉的计算的研究，正是把计算和表达的机能主义指导思想扩大到视知觉研究的领域(1982)。他认为，视觉是构造外界图像的有效的符号描述。这些描述是由许多不同的、却是固定的表达所构成的。每一种表达都表示着外界景物的某个方面。要理解视觉，就首先要求我们知道应当使用什么表达，然后分析取得和操作每一种表达所需要的计算。Marr特别强调，如何选取表达对建立计算—表达的模型是至关重要的，然而对视觉过程的初期阶段，选取什么样的表达是取决于从外界图像可能计算出来的是什么，而不是取决于需要的是什么；只是在视觉过程的后期阶段，表达的选取才更多地取决于识别过程的特定的需要。显然，这些论点清楚地反映了Marr的理论前提，即视觉本质上是计算的，由此出发，他才会得出结论，在视觉过程的初期，选取什么作为视觉初期的信息表达不是一个实验的问题，而是一个什么是可能计算得到的计算理论的问题。这个观点在Marr建立他的计算体系的过程中，特别是在他提出什么是视觉信息的“最初和本原的表达”(primal sketch)这个基本要害问题时，起着关键性的作用。

Marr建立了一套视觉信息处理的计算的总体框架，它

主要包括三个表达的层次：1. "最初和本原的表达；2. $2\frac{1}{2}$D 表达；3. 3D 表达。结合拓扑性质检测的关键问题，本文仅集中讨论这个计算体系的最基本的表达的层次，"最初和本原的表达"。Marr 明确表述，在视觉过程的初期阶段，视觉信息主要是两种，强度的改变和图像的局部几何性质。这些局部几何性质是指如象平行性、相对位置和朝向等。视觉的最初过程就是计算这些局部特征或性质的表达，这些表达不外乎是图像的某些简单和小的部分，象线段、拉长的点滴，以及它们之间的局部关系。然后，以这些局部性质的计算结果为基础，视觉信息处理进入更高水平的层次，如 $2\frac{1}{2}$D（$2\frac{1}{2}$维）和 3D（3 维）的计算。"什么是视觉信息的最本原的表达？"这个问题是视觉研究的一个中心问题，是建立任何一种视觉图像识别的模型都必须首先回答的问题。万事开头难，视觉系统对外界图像的知觉是从何做起的，对这类问题的回答是什么，将决定整个图像识别模型的方向。Marr 的"最初和本原的表达"对这个问题的回答是，图形的简单部分和它们的局部性质。因此 Marr 的视觉计算体系是从局部性质出发的，是由局部细节性质的计算到整体大范围性质的计算的。

正如我们已经指出的，拓扑性质的检测密切关系到视觉初期基本过程的诸多方面。一个不可回避的问题是，应当如何看待和解释拓扑性质检测跟 Marr 的"最初和本原的表达"的关系呢？一种可能是，图形的拓扑性质是由这些"最初和本原的表达"计算而来的。然而，这立即会引起两方面的困难：其一，"最初和本原的表达"是图形的局部特征和性质。从数学的角度很难想象本质上大范围的拓扑性质如何一般地由局

部几何性质计算得来。如象封闭性这样的概念是反映了本质上远较诸如相对位置、朝向和平行性更一般、更基本的图形不变性质，是由数学上完全不同的分支所描述的。相对位置、朝向和平行性都不对封闭性起决定性的影响。从“橡皮几何”的拓扑学的形象说法可以想见，在橡皮薄膜形变的情况下，相对位置、朝向和平行性之类的局部几何性质都可能发生明显的改变，然而封闭性却是保持不变的。因此要从局部性质出发找到能计算出大范围拓扑性质的一般的算法，在数学上是难以置信的，至少是高度复杂的和困难的。其二，是一个更难于克服的困难。我们的一系列证实视知觉拓扑结构的实验都表明，视图形知觉有一个功能层次，视觉系统不仅能检测大范围拓扑性质，而且较之局部几何性质视觉系统更敏感于大范围的拓扑性质，对由空间相邻关系决定的大范围拓扑性质的检测是发生在视觉时间过程的最初阶段。让我们进一步来讨论一下关于似运动的实验四在这个知觉的时间过程上的含义。在似运动的研究中，有一个长期争论的问题：“运动的知觉先于图形的知觉，还是图形的知觉先于运动的知觉？”许多图形的形状跟似运动的关系的研究都提示，似运动产生的条件和运动的过程似乎都跟图形的形状因素无关(Ullman, 1979)。比如三角形和三角形之间的似运动过程跟三角形和正方形之间的似运动过程并不显示出任何区别。因此，Ullman在他的运动的计算理论模型中明确表示，“图形的结构形状不是似运动的图形之间一致性关系的特征”，所以在决定似运动的机制中，图形结构形状不起作用。这样的见解使Ullman把组成图形的线段之类的局部特征或性质看成他的运动的计算模型的基本表达单元。这样看来，上述的实验事实似乎支持运

动知觉先于图形知觉，表明运动知觉是发生在视觉过程的相当初期的阶段。然而，我们的实验却表明，大范围拓扑性质这种图形的"结构形状"又确实是决定似运动的一个因素。看来，"运动知觉先于图形知觉，还是图形知觉先于运动知觉"这个问题本身就不是一个恰当的问题。形状结构的知觉有不同的层次，虽然在更细节性质的层次，象知觉拓扑等价的三角形和正方形的差别的层次，运动知觉象是先于图形结构的知觉的；然而在知觉大范围拓扑性质的层次，比如知觉封闭性、洞的层次，形状知觉却是先于运动知觉的。这就是说，即便较之局部几何性质的知觉，运动知觉是发生在视觉过程的较早阶段，然而对大范围拓扑性质的知觉却是发生在较运动知觉更初期的阶段。就象实验一和三的敏感性指标，实验二的反应时间指标和实验五的竞争组织的先后次序的指标一样，运动知觉和图形知觉的先后次序也清楚显示了，图形知觉有一个功能层次，拓扑性质的知觉发生在视知觉的初期，然后才是对其他局部几何性质的知觉。由此看来，实验数据不支持先有局部几何性质的计算，然后再根据局部性质计算大范围拓扑性质的Marr 计算体系的基本思路；实验数据揭示的图形性质被知觉的时间过程不支持大范围拓扑性质是由局部几何性质计算而来的先后次序的假设。

另一种可能是，我们或许可以设想，Marr 的"最初期和本原的表达"，除了包括诸如相对位置、朝向和平行性之类的局部性质之外，也包括诸如连通性、封闭性和洞之类的拓扑性质。然而，我们知道，连通性等拓扑性质较之朝向等局部几何性质，有着深刻的本质区别。朝向是在平移变换群下保持不变的不变性质，平行性是在仿射变换群下保持不变的不变性

质。这些变换都是线性的。而连通性一类的拓扑性质是在比线性变换更为一般的变换下的不变性质。一种变换越是一般，在它之下的不变性质就更为稳定和深刻。所以从 Klein 的爱耳浪根纲领以变换群下的不变性质来对几何学进行分类的思想角度来看，拓扑性质较之局部几何性质是属于不同层次的性质。从“橡皮几何”的形象说法，我们看到，拓扑性质不会由图形的局部改变而决定，从而具有明显的大范围的特点。这种观点在计算理论的数学研究中也得到更明确的证明。正象我们在下边马上就要谈到的一般的平行计算理论证明，从“计算”的角度来看，计算连通性等拓扑性质的谓词是无限阶的，而计算局部性质，象图形的形状的谓词却是有限阶的。这反映了拓扑性质深刻的大范围的本质。因此，要想让计算模型的“最初和本原的表达”包括拓扑性质，那么这种表达就不能是局部的。尽管从计算的角度来说，局部性质是容易计算的，然而人类的视觉系统却是首先就抓住外界图像的大范围性质的，看来我们的实验事实及其理论分析跟 Marr 的计算理论的考虑并不一致。

这样，我们看到拓扑性质检测的实验事实的确是暴露了视觉系统的计算理论的严重困难。这种困难不是枝节的、技术性的，而是基本方向性的，是从根底开始的。下边我们进一步引用更深入一般的平行计算理论的数学结论来讨论拓扑性质检测的问题，我们将清楚地看到，以 Marr 为代表的视觉的计算研究方向在拓扑性质检测问题上碰到的困难不是偶然的，而是由于深刻的理论的内在根源。

Minsky 和 Papert(1972)，形式地论证了一般的平行计算理论模型的能力范围。这种模型称为感知机。感知机的模

型结构如下图17所示意。其中，R代表感知机的输入的集合，被形象地称为“视网膜”。R被定义为二进制单元变量的有序集合，每个单元 X_i 可以看成视网膜上的一个感受器，

$$R=(X_1, X_2, X_3\cdots\cdots X_r)$$

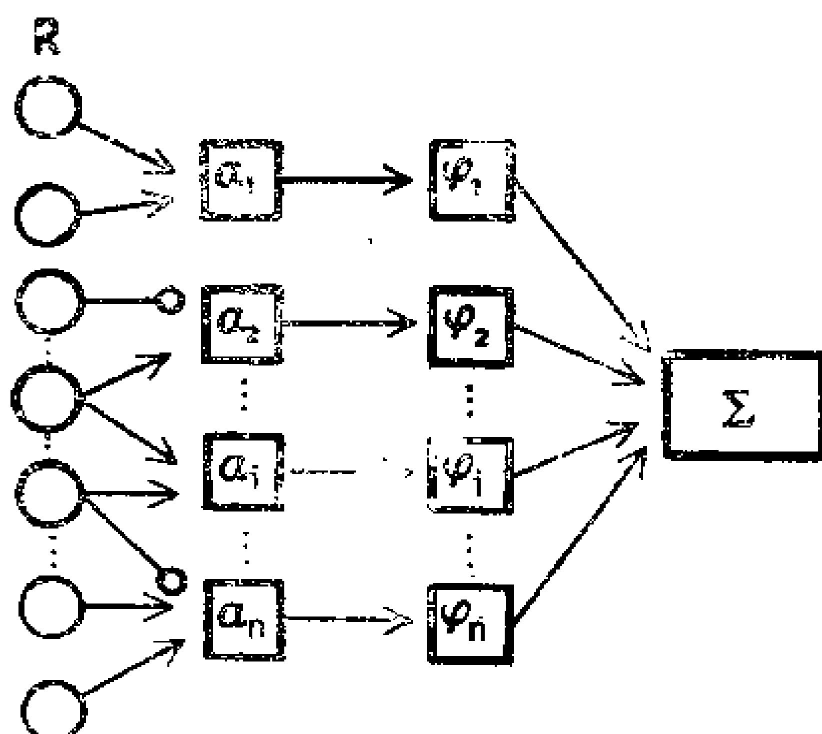


图17　知觉机模型的示意图。

图中 $\Phi=\{\varphi_1,\varphi_2,\cdots,\varphi_n\}$ 称为部分谓词组。一个谓词 φ_i 是一个逻辑函数，它把在R上的图像X（即R各个单元的一组赋值）的集合映射到集合{真，假}。通常我们把{真，假}看作{1，0}，因此我们说谓词的两个值是1和0。图中 $\{\alpha_1, \alpha_2, \cdots, \alpha_n\}$ 称为权重系数，是实数组的集合。图中 $\sum$ 表示部分谓词组 Φ 的线性组合：$\sum\limits_{i=1}^{n}\alpha_i\varphi_i$。而

$$\psi(X)=\left[\sum_{i=1}^{n}\alpha_i\varphi_i(X)>Q\right]$$

称为 Φ 的线性阈值函数（方括号表示用1和0的数值来分别

表示真和假)；Q 称为阈值。且仅当$\sum_{i=1}^{n} \alpha_i \varphi_i(X) > Q$时，$\psi(X)=1$。一个谓词的值可能仅仅取决于 R 的某个子集，我们用 $S(\varphi)$表示 φ 所实际取决的 R 的子集，即 $S(\varphi)$是使得对任一R 的子集X有下式

$$\varphi(X)=\varphi(X\cap S)$$

成立的最小的R 的子集 S。

知觉机是这样的装置，它能计算给定的部分谓词组 Φ 的所有的线性阈值函数。

Minsky 和 Papert 结构这个平行计算的模型，是出自下边的基本思路。他们把知觉机的计算分成两个步骤：

步骤Ⅰ，先计算一些容易计算的性质，也就是表示某些特征的部分谓词 φ_i。所谓这些谓词 φ_i 容易计算，是指它们的每一个都只依赖于输入集合R的很小的一部分，只依赖于少数的感受器的输入，即 $S(\varphi_i)$ 所包含的感受器个数 $|S(\varphi_i)|$ 很少；

步骤Ⅱ，用一个判决算法，把步骤Ⅰ计算的结果组合起来定义知觉机计算的 ψ。要使上边两个步骤的划分有意义，就要求这个组合起来的判决函数也要特别容易计算。采用可以想象到的最简单的判决函数，大概无异于把步骤Ⅰ的部分谓词 φ_i 线性组合起来，也就是 $\Phi=\{\varphi_i\}\ i=1,\cdots,n$ 的线性阈值函数。

从知觉机的上述定义出发，Minsky 和 Papert 进一步对知觉机的定义作一些限制。他们对部分谓词 φ_i 的 $S(\varphi_i)$ 给与不同的规定，也就是对每一个部分谓词 φ_i 所“看着”的网膜 R 上的感受器的个数作出一个的规定，从而引出知觉机的阶的

概念。一方面我们希望谓词 ψ 的 $S(\psi)$ 是整个 R，另一方面 ψ 又是由具有小的 $S(\varphi_i)$ 的部分谓词 $\{\varphi_i\}$ $i=1, \cdots, n$ 的线性组合来表示。

定义：ψ 的阶是指可能找到的能使下式成立的部分谓词组 Φ 的最小的 k，

$$\begin{cases} |S(\varphi_i)| \leqslant k, \text{ 对所有的 } \varphi_i \in \Phi \\ \psi \text{ 是部分谓词组 } \Phi = \{\varphi_i\} \text{ 的线性阈值函数。} \end{cases}$$

例如，若 $\psi(X)=[X \text{ 非空}]$。此时虽然 $S(\psi)=R$，但若我们定义 Φ 是 $\varphi_p(X)[p \in X] p \in R$ 的集合，我们就有

$$\begin{cases} |S(\varphi_p)| = 1, \text{ 对一切 } \varphi_p \in \Phi \\ \psi(X) = [\sum_{p \in R} \varphi_p(X) > 0] \end{cases}$$

由上述关于谓词 ψ 的阶的定义，ψ 的阶是 1。直观上看，知觉机的阶的概念表明了它所要执行的基本计算的复杂度。

知觉机的理论模型反映了平行计算的一些最本质的过程。利用这个模型，Minsky 和 Papert 研究平行计算的一般性的理论问题。他们证明的有关知觉机的各种定理，大多数都是关于识别某种图形几何性质的有限阶的知觉机是否存在的一般问题，而不是关于如何具体实现某种计算的具体问题。也就是对知觉机的功能范围的总的方面的研究。他们得到的一个重要的定理是关于知觉机计算拓扑性质的局限性的结论。

定理：有限阶的知觉机不能识别除欧拉数 E(X) 之外的其他拓扑不变性质。

换句话说，除了欧拉数（E(X) = 图形 X 的连通区的个数 - 图形 X 中洞的个数）之外，有限阶的知觉机不能计算出连通性、封闭性和洞这一类的拓扑性质。这个定理反映了：拓扑

性质比我们所熟悉的几何性质具有更深刻的大范围的本质。

此外，知觉机阶的概念本质上也反映了计算复杂度的问题。而某种图形性质的谓词的阶数，则反映了计算这种性质对复杂度的要求。因此上述定理表明，由于拓扑性质的大范围本质，使得拓扑性质的计算具有比其他局部几何性质更高的计算复杂度。除了用知觉机这样的数学模型来定义图形性质的复杂度之外，还有其他一些计算理论的科学家使用其他一些数学模型来定义图形性质的复杂度(Rosenfeld and Kak, 1982)，然而所有这些不同的定义却都一致地表明，计算拓扑性质（比如连通性)的复杂度是很高的。从这个角度来说，Minsky 和Papert 由知觉机的数学模型证明的关于计算拓扑性质的结论也确实是很深刻的，是具有普遍意义的。

为了建立视觉的计算体系，计算理论的科学工作者努力寻求一些计算拓扑性质的具体算法来说明视觉系统如何"计算"出拓扑性质的具体过程。然而，他们碰到了实质性的困难。具体算法的研究也表明，确实如 Minsky 和 Papert 在理论上证明的那样，要得到一般适用的计算拓扑性质的具体算法存在严重的实质性困难。这些已有的算法或者只能用于某些特殊情况，不是普遍适用的，或者即便适用于一些较一般的情况，却具有高度的复杂性。一个典型的例子是计算封闭曲线的内部和外部关系的算法问题，比如计算一个目标是在圆的内部还是外部。我们知道，在拓扑变换下，封闭曲线的形状和位置可以随意改变，但是只要目标不跟封闭曲线相交，在同一平面内目标是在封闭曲线之内还是之外是不会改变的，所以封闭曲线的内外关系是一种拓扑不变性质。据作者所知，迄今还没有发现一个一般的完整算法适用于任何形状的封闭曲线

和任何位置的目标，可以用来计算一个目标，即一条线段或一个点，是在封闭曲线的内部还是外部。即便有一些适用于形状比较规则的封闭曲线的算法，其计算的复杂度也远较计算线段的朝向之类的局部性质的复杂度为高。就我们的常识来说，我们的眼睛很容易分辨一个目标是在一条封闭曲线划分的区域之内还是之外，但是究竟容易到什么程度呢？比较起知觉其他的局部几何性质(如线段的朝向)，究竟何者更靠近视觉过程的初期呢？因为我们也觉得检测线段的朝向，Marr的"最初和本原的表达"中的一种表达，是轻而易举的。图18

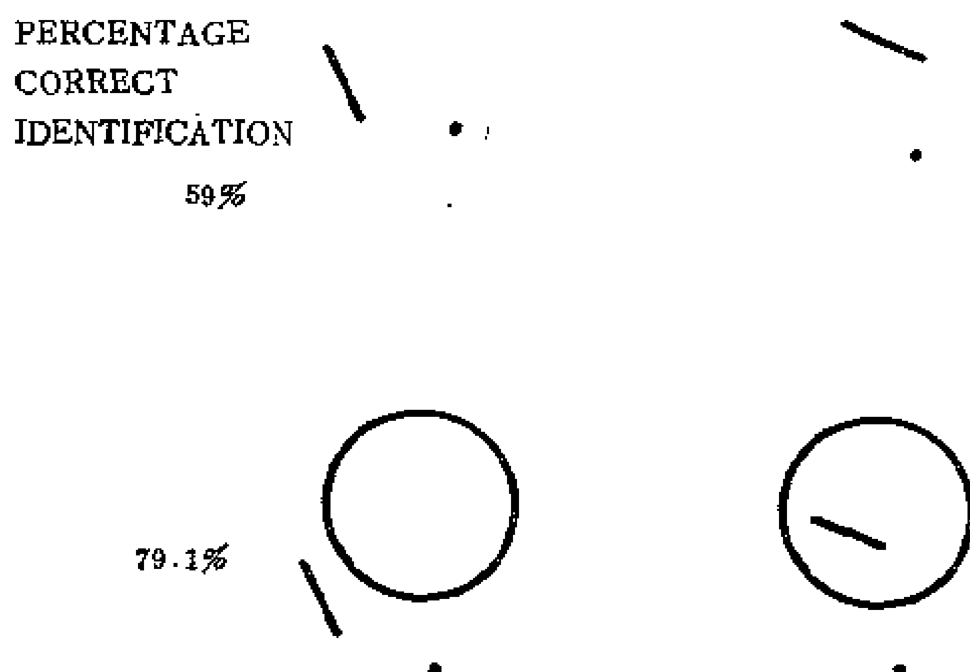


图18　比较视觉系统对不同朝向的敏感性跟内外关系的敏感性所用的刺激图形。结果示于图的右边，它表明视觉检测内外关系的敏感性要高于检测朝向、位置的敏感性。

所示的实验(Chen,1982b)，正是用来研究这个问题。受实验者在第一组刺激图形中根据朝向和位置来分辨目标线段1或2，而在第二组中却是根据圆内或圆外的关系。在短暂呈现的条件下，实验结果表明，较之识别朝向、位置之类的局部性质，

视觉系统更易识别内外关系之类的大范围性质，尽管“计算”后者是很困难的。即便计算理论的主要推行者也承认，我们对内外关系是如何被知觉的一无所知（这一类对图形抽象性质的知觉问题）给视觉信息处理的整个过程带来严重的、根本性的困难（Ullman，1984）。

无论是计算理论的还是特征检测的视觉模型均有一个基本特点，那就是把图形的简单部分和局部性质看作图像信息的最基本的表达，以作为视觉图形识别的起点。这种特点与其说是来源于Hubel和Weisel在哺乳动物的大脑皮层的（线段、边的）特征检测器的发现的影响（即用微电极技术记录到只对一定朝向的线段或边有电发放的神经元），还不如说是反映了数字计算机适于计算局部性质的功能特点。正如Marr所说的，在图像识别的初期阶段，采用什么样的表达不是取决于图像识别的需要，而是取决于从外界图像中可能计算的是什么。这样看来，Marr的代表性的视觉计算体系选取容易计算的局部性质，而不是计算困难的拓扑性质，作为视知觉的最初期和本原的表达，大概是出自计算理论模型的上述特点的考虑。

然而，我们的实验数据表明，人类视觉系统却具有轻而易举地在视觉过程的初期抽提大范围拓扑性质的功能；人类视觉系统对外界图像的知觉更象是首先从大范围性质出发的，先有图形的大范围性质，比如图形和背景的关系的知觉，然后才有图形局部性质的进一步的识别。实验支持这种大范围性质的知觉本质上是视觉系统检测拓扑性质的功能的反映。这样的拓扑学的数学描述使我们给计算理论提出不可回避的、明确的问题，把人类视觉系统跟计算理论之间矛盾的方面清

楚地暴露了出来。从计算复杂度的分析中可以看到，计算起来困难的问题，对人的视觉系统却是容易的，计算的困难程度的次序跟人的知觉的困难程度的次序相比，令人困惑地正好相反。拓扑性质检测的困难提示，把人脑的全部思维活动看成"计算"可能是不恰当的。有可能，决定人类思维过程的原则是跟决定计算机中进行的信息处理过程的原则不相同的。这个问题对思维科学的发展显然是一个带方向性的根本问题。把"计算"的原则看成指导研究人脑认知活动机制的唯一的原则，有可能把思维科学的发展引进死胡同。

就上述关于思维科学发展的带方向性的问题，钱学森在他一系列的关于思维科学的论述中明确提出，"除了图灵机能做的抽象思维、逻辑思维之外，人的思维比这个范围大多了，还有形象思维"[23]。这样明确地指出图灵机模式所刻划的智力活动，也就是"计算"的范围，特别是指出它的局限性，这在科学史上可能还是第一次，无疑地会对思维科学的发展产生深远的影响。美国的认知心理学家、美国思维科学学会的发起人之一 Norman 在总结 1979 年美国第一届思维科学成立大会上的十篇主要报告时，就物理符号系统问题的争论说过：人类是一种符号处理系统的基本假设几乎为所有的思维科学家所采用，有时是明确的、有时是隐含的；但是采用并不就意味着赞同。他说，"是的，人类是符号处理系统，但是，人类不仅仅是符号处理系统"[24]。那么，除了物理符号处理系统之外，人脑的智力思维还包括什么呢？Norman 没有明确回答。钱学森的论述回答了这个问题，形象思维就是人脑智力思维活动的又一个重要内容。美国另一位著名的心理学家，认知心理学的创始人之一 Miller 以疼痛的记忆为例，对符号的表达

和模拟的表达作了饶有风趣又十分深刻的论述：一个人感到疼痛时，可以用语言来叙述疼痛，这样当他去找大夫时，他可以记住他的疼痛感觉的用语言的编码。这一类记忆是计算机理论家颇有研究的。但是，如果当一个人感到疼痛时，他忘记了用语言符号的编码来描述他疼痛的感觉，在这种情况下，当他去看大夫时，原来的痛觉本身可能已消退，他对疼痛的记忆就会变得相当不准确。这种生命原始感觉的、前范畴的记忆大概需要某种模拟的表达。但是，无论这种表达是什么，现代计算机科学都没有给我们以任何帮助去理解它。形象思维的概念正是这种非符号的模拟表达的概念，不过前者包括更为广泛的内容。

让我们再回到视知觉的问题中来。著名的美国心理学家Shepard 和他的合作者 Metzler(1971)用简单的物体线条图形来作实验，这些图形之间的区别或者是它们转动不同的角度或者是转动不同角度的对称映象。每一次实验呈现两个图形，受实验者的任务是尽快地判断这两个图形是一样的（除转动不同的角度外），还是不同的（两个图互为映象，不能转动重合）。受实验者的反应时间，即从刺激开始呈现到受实验者作出报告的时间被记录下来。他们发现，受实验者作出判断的反应时间跟两个图形之间相差的角度成正比线性关系。由此看来，在判断两个图形是否一样的过程中，人脑子里象是发生了“心理像的转动”，第一个图形的“心理像”在方向上不断地转动直到跟第二个图形相匹配重合。这样转动的角度越大，所需要的时间也就越长，因此反应时间跟两个图形的转动角度之差成正比关系。这类“心理像转动”的实验提示了一个重要的思想，图像信息在头脑中并非离散符号的表达而是连续

的模拟的表达，而且对这种表达的处理过程不是离散的符号处理而是连续的整体像的变换。由作者的不变性检测的观点看来，"心理像的转动"变换正是抽提图形的转动不变性质，视觉系统好象是用这种连续的整体像的硬的（不变形的）转动变换，而不是离散符号的计算来识别图形的转动不变性质的。尽管从计算理论或特征分析的理论的角度，很难说明视觉的信息处理为什么采取这种整体像转动的办法，但是赞成计算理论的人可能会争辩，实现这种不变形的变换对计算机来说无论在理论上或实际上都是不难办到的。Ullman 建立的似运动机制的计算理论就提出一个基本前提，他把运动物体都假定是硬性的不发生形变的，并由此假定的前提出发来建立起一套解释似运动机制的计算的描述。然而，正如我们在前面实验三中提到的，似运动过程中观察到的变换，不仅有"硬的"转动和平移的变换，而且有更引人注意的塑性形变的整体像变换。而且我们的实验表明，在这种塑性形变下保持不变的拓扑性质的确在决定似运动的过程中起作用。与硬的变换下的不变性质不同，前面的理论分析表明，对拓扑变换下的拓扑不变性质的计算是特别困难的。因此，这种整体像的连续变换的概念模型同离散符号的处理的概念模型的区别，在拓扑变换的焦点问题上暴露得更加清楚而无可争辩。这种整体像的连续变换的模型不同于离散符号处理的模型，这是一种连续的模拟表达的模型，它支持在离散的符号处理这种抽象思维之外还存在着模拟表达的形象思维。尽管这种"心理像"的模拟表达的思想还仅仅是初步的，但是拓扑性质检测的实验支持这样的论点：视觉整体像的变换，而不是离散符号操作的计算，可能在视知觉过程中起着重要作用。当然形象思维

是一个大的、多方面的问题，然而拓扑性质检测的研究有助于我们在视知觉方面建立起帮助我们理解形象思维的某些方面，把握形象思维的某些规律的概念模型。正如钱学森指出的，思维科学中的形象思维研究可能是突破口。而视知觉拓扑结构的研究，有可能成为形象思维研究的一个突破点。

围绕"计算"在思维智力活动中的作用和地位的争论是一场困难的争论。这一方面由于这个问题本身是人类所面临的最困难的问题之一；另一方面，也由于计算机科学给人类的各个领域带来了如此广泛深刻的影响，强调人脑和计算机相似一面的研究似乎更富于成果，而要找到能够为大多数思维科学家所信服的、人脑跟计算理论模型不同的科学的证据，则需要付出长久的、艰巨的劳动。在西方学术界，直接向图灵模式的"计算"即思维智力的信仰宣战的人不能说没有，但至少也是罕见的。比如，前边谈到的对离散符号处理表示怀疑的Miller也承认，人是一种通用图灵机，只不过不象目前在IBM公司生产的计算机罢了(1983)。然而这个问题是如此重要，它牵涉到思维科学发展的基本方向问题。象拓扑性质检测问题所提示的那样，作为人脑智力活动基础层次的知觉活动，可能从一开始就遵循着跟计算理论的原则不同的基本原则。我们不能忽略这样的危险：即把人脑一切智力思维活动都归结为"计算"，有可能把思维科学的发展引进死胡同。在这里，回顾一下人类对思维智力研究的历史，对我们展望这场至关重要的论战的前景大概会是有益的。在各个历史时期，由于对人脑的奥秘一无所知或所知甚少，人脑总是被比拟成那个时期的最先进的人类的技术成果。远的不说(比如，把人脑比作水力机械，比作自动钟表，比作电话交换机，等等)，在

这里我们只是谈一谈五十年代初期，随着维纳控制论的创立，把人脑比作控制和通讯系统的通讯道的类比。这种类比在当时会被人们看成人脑的最恰当的模型，而且在今天或许仍然存在一定的影响。然而把人脑仅仅比作通讯道，今天看来是远远不够了。今天人们对脑的认识已大大地超过了通讯道的类比，人类的认知活动绝非仅仅是一个通讯和控制的问题。计算机科学提出的一系列以"计算"为核心的概念，诸如"程序"、"计算的复杂度"，认知心理学提出的知识的"表达"和"处理过程"的核心概念，科学语言学的"深层结构"和"变换语法"的概念等，无论是在机器还是人的智力思维的研究中，都在起着重要的作用。然而，在维纳的《控制论》中是找不到这些概念的。今天人们对脑的认识已超过了通讯道的类比。所以，今天我们在人脑智力思维活动的研究中发现一些难题，不能为今天占统治地位的计算模型的人脑的类比所圆满解释是不奇怪的，更不应当使我们感到困惑或悲观；与其说它们暴露了目前的计算理论的不足，不如说它们预示了思维科学发展的美好前景。"除了图灵机能做的抽象思维、逻辑思维之外，人的思维比这个范围大多了"，这正是思维科学的生命力和重大意义所在。行文至此，不禁又想到另一个历史的比喻。在十九世纪末期，经典物理学发展到登峰造极的时候，似乎一切物理学的基本问题都已解决，在物理学的万里晴空中只剩下两朵乌云，一朵乌云跟证明光速与光源运动状况无关的实验有关，另一朵乌云则跟黑体辐射有关。后来，大家都知道，这两朵乌云原来是预示着相对论和量子力学的朝霞。在 Marr 的代表作《视觉》(1982)一书出版后，有的人认为今后的视觉研究只会沿着这样的计算的研究方向发展了。在赞成计算理论学派的

人们看来，计算理论在视觉研究的领域已是万里晴空的形势。我们却说，拓扑性质检测问题可能是计算理论的"一朵乌云"。

[1] 陈霖，《心理学报》，3(1984)259.
[2] Chen, L., *Investigative Ophthamology and Visual Science*, 22, 124, 1982a.
[3] Chen, L., *Science*, 218, 699, 1982b.
[4] Chen, L., *Bulletin of the Psychonomic Society*, September, 1982c.
[5] Chen, L., What are the units of figure perceptual representation, *Studies in Cognitive Science*, №. 22 (Sponsored by School of Social Sciences, University of California at Irvine), 1983a.
[6] Chen, L., Topological invariants and apperent motion, in Proceedings of the Fifth Annual Conference of the Cognitive Science Society, Rochester, 1983b.
[7] Dodwell, P.C., Form perception, in Handbook of Sensory Physiology: Perception, Vol.8, Leibowitz, H.R.& Teuber, H. W. (Eds.), New York, Springer-Verlag, 1978.
[8] Dreyfus, H.L. *What Computer Can't Do: A Critique of Artificial Reason*, New York, Harper & Row, 1972.
[9] Earhard, B., *Perception & Peychophysics*, 28, 9, 1980.
[10] Flavell, J.H. and Draguns, J., *Psychol. Bull.*, 54, 197, 1957.
[11] Fodor, J. A., *Representations: Philosophical Essays on the Foundations of Cognitive Science*, Cambridge, Mass, Harvard University Press, 1981.
[12] Gibson, J.J., *The Ecological Approach to Visual Perception*, Boston, Houghton Mifflin, 1979.
[13] Hayes, P.J., Some comments on Sir James Lighthills Report on Artificial Intelligence, in AISB Study Group European Newsletter, Issue 14(July, 1973).
[14] Hoffman, J., *Perception & Psychophysics*, 18, 5, 348, 1975.
[15] Hofstadter, D.R., Artificial Intelligence: subcognition as computation, in *The Study of Information*, Machlup, F. & Mansfield, U.(Eds.), New York, John Wiley & Sons, 1983.
[16] Hubel, D.H.& Weisel, T.N., *J. Physiol.*, 160, 106, 1962.
[17] Hubel, D.H.& Weisel, T.N., *J. Neurophysiol.*, 28, 229, 1965.

[18] Hubel, D.H.&Weisel, T.N., *J.Physiol.*, 195, 215, 1968.
[19] Kolers, P.A.&Pomerantz, J.R., *J.Experimental Psychol.*, 87, 99, 1971.
[20] Marr, D., *Vision*, San Francisco, Freeman, 1982.
[21] McCorduck, P., *Machine Who Think: a Personal Inquiry into the History and Perspects of Artificial Intelligence*, San Francisco, W.H.Freeman, 1979.
[22] Miller, G., Addendum to the Prologue, in *The Study of Information*, Machlup, F.& Mansfield, U.(Eds.), New York, John Wiley & Sons, 1983.
[23] Newell, A., Physical Symbol Systems, in *Perspectives on Cognitive Science*, Norman, D.(Ed.), New Jersey, Ablex Publishing Co.& Lawrence Erlbaum Associate, 1981.
[24] Norman, D., *Perspectives on Cognitive Science*, New Jersey, Ablex Publishing Co. & Lawrence Erlbaum Associate, 1981.
[25] Olson, R.K.&Attneave, F., *American J.Psychol.*, 83, 1, 1970.
[26] Pomerantz, J.R., Perceptual Organization in Information Processing, in *Perceptual Organization*, Kubovy, M.& Pomerantz, J.R.(Eds), New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, 1981.
[27] Pylyshyn, Z.W., Representation, Computation, and Cognition, in *The Study of Information*, Machlup, F. & Mansfield, U.(Eds). New York, John Wiley & Sons, 1983.
[28] 钱学森,《大自然探索》,1(1985).
[29] Ramachandran, V.S., Ginsburg, A.P.&Anstis, S. M., *Perception*, in Press.
[30] Rosenfeld, A. and, Kak, A., *Digital Picture Processing* (Second Edition), Vol.2, New York, Academic Press, 1982.
[31] Shepard, R.and Metzler, J., *Scieuce*, 171, 701, 1971.
[32] Ullman, S., *The Interpretation of Visual Motion*, Cambridge, Mass, The MIT Press, 1979.
[33] 同上, Visual routines, Occasional paper 20, MIT Center for Cognitive Science, 1984.
[34] Weisstein, N.& Harris, C., *Science*, 186, 725, 1974.
[35] Zeeman, E., The Topology of the Brain and Visual Perception, in *Topology of 3-manifolds*, Fort, K.(Ed.), New Jersey, Printice Hall, Englewood Cliffs, 1962.

漫述庄禅

李泽厚

《史记》老庄申韩同传。把老子韩非放在一起还好说，因为它们都是社会政治哲学[1]，并在讲权术上有承接处。把庄子搁在中间，则似乎总有点别扭。庄与老有接近连续关系，但基本特征并不相同。老子是积极问世的政治哲学，庄子则是要求超脱的形而上学。与老子以及其他哲人不同，庄子很少真正讲"治国平天下"的方略道理，他讲的主要是齐物我、同生死、超利害、养身长生的另外一套。

但《史记》把庄子放在老、韩一起，又有其充分理由。《庄子》中有许多关于社会政治的愤激之言。在这方面，庄与老确又是一脉相承的：毁仁义，抨儒墨，主张"绝圣弃知"，返乎原始，"要本归于老子之言"。因之，在以政治哲学为头等主题，真正思辨和情感的形而上学尚未流行的秦汉时代，司马迁把庄子与老、韩放在一起，并只举庄子外杂篇如《渔父》、《盗跖》、《胠箧》作为代表而不及庄之为庄的内篇，也就是完全可以理解的了。

但是，后世士大夫知识分子却多半喜欢它的内篇。《庄子》内篇中的思想对后来中国佛教禅宗的产生有关系，它在中国文艺发展上更发生了重要的影响，今日国外也有学人比庄子

于存在主义。这说明庄之为庄确有其与其他哲学相区别的特色。不同于儒墨老韩的社会政治哲学，不同于秦汉宇宙论哲学，以庄、禅为代表，追求理想人格和人生境界的本体论哲学，构成了中国思想发展中的另一个重要方面。

二

然而，任何人都并不能完全超越或脱离时代。《庄子》内篇与外篇之所以基本上能构成一个整体，《庄子》中的那些"洸洋自恣以适己"，似乎远离现实的思想言辞，他那些似乎超时代的纯哲理的人生思辨和处世智慧，又仍然是生长在庄子所属的那个时空环境中和现实土壤上的。

那是一个天崩地坼，"美好"的旧社会彻底瓦解，残酷的新制度已经来临的时代。就是说，保存着氏族传统的经济政治体制的早期奴隶社会已经崩溃，物质文明在迅速发展，历史在大踏步地前进，生产、消费在大规模地扩大，财富、享受、欲望在不断积累和增加，赤裸裸的剥削、掠夺、压迫日益剧烈。"无耻者富，多信者显"（《盗跖》），贪婪无耻，狡黠自私，阴险毒辣……，文明进步所带来的罪恶和苦难怵目惊心，从未曾有。人在日益被"物"所统治，被自己所造成的财富、权势所统治，它们已经成为巨大的异己力量，从而主宰、支配、控制着人们的身心。

于是，庄子发出了强烈的抗议！他抗议"人为物化"，他要求"不物于物"，要求恢复和回到人的"本性"。这很可能是世界思想史上最早的反异化的呼声，它产生在文明的发轫期。今日为哲学史家所批评的庄子那些落后、反动、倒退的社会政治思想，其实质都在此处。

昔者黄帝始以仁义撄人之心，尧、舜于是乎股无胈，胫无毛，以养天之下形。愁其五藏以为仁义，矜其血气以规法度。然犹有不胜也。尧于是放讙兜于崇山，投三苗于三峗，流共工于幽都，此不胜天下也。夫施及三王而天下大骇矣。下有桀、跖，上有曾、史，而儒墨毕起。于是乎喜怒相疑，愚知相欺，善否相非，诞信相讥，而天下衰矣。……(《在宥》)

不但“仁义”要不得，而且技术的进步也要不得：

夫弓弩毕弋机辟之知多，则鸟乱于上矣；钩饵罔罟罾笱之知多，则鱼乱于水矣；削格罗落罝罘之知多，则兽乱于泽矣；……(《胠箧》)

子贡曰：有械于此，一日浸百畦，用力甚寡而见功多。为圃者忿然作色而笑曰：吾闻之吾师，有机械者必有机事，有机事者必有机心。机心存于胸中则纯白不备……。吾非不知，羞而不为也。(《天地》)

那么，怎么办？答案是回到最原始的远古社会里去：

当是时也，山无蹊隧，泽无舟梁……。同与禽兽居，族与万物并。……民居不知所为，行不知所之，含哺而熙，鼓腹而游。(《马蹄》)

卧则居居，起则于于，民知其母，不知其父，与麋鹿共处，耕而食，织而衣，无有相害之心，此至德之隆也。(《盗跖》)

这自然是对原始生活的极端美化的空想。历史上好些批判近代文明的思想家们，从卢梭到现代浪漫派，都喜欢美化和夸张自然(无论是生理的自然，还是生活的自然)，认为“回到自然”才是恢复或解放“人性”。比起他们来，庄子应该算是最早也最彻底的一位。因为他要求否定和舍弃一切文明和文化，

回到原始状态，无知无识，浑浑噩噩，无意识，无目的，“居不知所为，行不知所之”，“生而不知其所以生”，象动物一样。庄子认为，只有那样，才能得到真正的幸福。

但历史并不随这种理论而转移。从整体来说，历史并不回到过去，物质文明不是消灭而是愈来愈发达，技术对生活的干预和在生活中的地位，也是如此。尽管这种进步的确付出了沉重的代价，但历史本来就是在这种文明与道德、物质与精神、欢乐与苦难的二律背反和严重冲突中行进的，具有悲剧的矛盾性[2]；这是发展的现实和不可阻挡的必然。正象当年马克思、恩格斯早已深刻论述过的资本主义在历史上的进程那样。因之，庄子（以及后世一些批判文明的进步思想家们）的意义，并不在于这种“回到自然去”的非现实的空喊和正面主张，而在于揭发了阶级社会的黑暗，描述了现实的苦难，倾诉了人间的不平，展示了强者的卑劣。庄子许多否定性的言词论断，例如著名的“彼窃钩者诛，窃国者为诸侯，诸侯之门而仁义存焉”（《胠箧》）之类的警句，不是异常深刻尖锐，至今也保持其批判的生命力而发人深省么？

庄子在这种文明批判中更为重要的独特处，例如与老子大不相同的地方，在于他第一次突出了个体存在。他基本上是从人的个体的角度来执行这种批判的。关心的不是伦理、政治问题，而是个体存在的身（生命）心（精神）问题，这才是庄子思想的实质。

“故尝试论之，自三代以下者，天下莫不以物易其性矣。小人则以身殉利，士则以身殉名，大夫则以身殉家，圣人则以身殉天下。故此数子者，事业不同，名声异号，其于伤性，以身为殉，一也。……伯夷死名于首阳之下，盗跖死利于东陵之上，

二人者，所死不同，其于残生伤性均也。”（《骈拇》）“今世俗之君子，多危身弃生以殉物，岂不悲哉！”（《让王》）“……一受其成形，不化以待尽。与物相刃相靡，其行进如驰，而莫之能止，不亦悲乎！终身役役而不见其成功，苶然疲役而不知其所归，可不哀邪！人谓之不死，奚益？其形化，其心与之然，可不谓大哀乎？人之生也，固若是芒乎？”（《齐物论》）庄子深深悲叹人生一世劳碌奔波，心为形役，空无意义，有生如此，等于死亡。尽管从大夫到小人，从圣贤到盗贼，他们各为不同的外物所役使，或为名，或为利，或为家族，或为国事，而奋斗，而牺牲，但他们作为残害自己个体的身体生命，作为损害自己个体的自然“本性”，则完全相同，是同样可悲的，都是“人（个体的身心）为物（社会化的各种存在和观念）役”的结果。

有些学者曾认为庄周就是杨朱。因为他们都贵生，强调要珍视生命存在。人不要为种种“身外物”（不管是名利财产还是仁义道德）所役使，那些东西都没有用处，没有价值，没有意义，只有人活着，才是真实的。“故曰：道之真以治身”（《让王》），庄子那个“吾将处于材与不材之间”的有名故事，以及《养生主》中所说“为善无近名，为恶无近刑，……可以保身，可以全生”等等，都表现了庄子“保身全生”即保全生命的根本主张。

这固然是对“今世殊死者相枕也，桁杨者相推也，刑戮者相望也”（《在宥》），“方今之时，仅免刑焉”（《人间世》）的动乱社会现实的恐惧的反映；但从理论上说，意识到人作为个体血肉之躯的存在与作为某一群体的社会存在以及作为某种目的的手段存在之间的矛盾与冲突，却是古代思想史上一个重要的发现。这里也就生发出什么才是人的“真实”存在，什么才算是人的“本性”的问题，也生发出人如何才能不被外在环

境、条件、制度、观念等等所决定所控制所支配所影响，即人的“自由”问题。庄子从个体角度最早接触了这个巨大问题，这就是他的哲学主题所在。

当然，庄子既不可能理解也不可能真正正确地提出这个问题，这有如《德意志意识形态》中所说：“……各个人可以看到自己的生活条件是早已确定了的：阶级决定他们的生活状况，同时也决定他们的个人命运，使他们受它支配，这和个人屈从于分工是同类现象，这种现象只有通过消灭私有制和消灭劳动本身才能消除。”只有经过历史进步，才能消灭私有制和异化劳动。在这之前，人类文明史的进程中必然存在异化，想要一既而跳过某一整个历史时期，要求“回复”或“恢复”人的自然“本性”从而回到“自由”的远古时期去，象庄子那样，实际是要求立即消灭私有制和一切文明以及“劳动本身”，过动物般的浑浑噩噩无知无识的生活，这只是开历史的倒车而已。因为所谓人的“本性”、“独立”、“自由”和所谓人的“真实存在”，都只能是历史的具体的。自然性并不就是“人的本性”，动物性的个体自然存在也并不自由。动物性的自然生存并非人的自由理想。同时，个体的人作为自然躯体也总是要死的，保身并不能永生。

这一点庄子自然知道。于是，如何超脱苦难世界和越过生死大关这个问题，由于不可能在物质世界中现实地实现，最终就落脚在某种精神—人格理想的追求上了。个体存在的形（身）神（心）问题最终归结为人格独立和精神自由，这构成庄子哲学的核心。

庄子为塑造这个理想人格而竭力张大其词，极尽夸扬描绘之能事。从《逍遥游》中那许多飘飘然的美丽的形象故事，到

提出所谓“至人”“真人”“神人”的高级称谓，表明这才是庄子所要追求的东西，庄子对这个理想人格的追求，是通过对“道”的论证来展开和达到的。这就是他的本体论的哲学。

“道”在庄子哲学中是一个异常复杂的概念，哲学史家们关于它有许多争论，有的解释“道”是精神，有的却认为道是物质，有人又判断它为上帝。有的说“道”是客观的，有的说“道”是主观的……。总之它的特征似乎是无所不在而又万古长存。它先于天地，早于万物，高于一切，包括高于鬼神、上帝、自然、文明，它是感官所不能感知，思辨所不能认识，语言所不能表达，而又能为人们所领会、所通晓。它无意志，无愿欲，无人格，无所作为，而又无所不为。庄子说：

> 夫道，有情有信，无为无形；可传而不可受，可得而不可见；自本自根，未有天地，自古以固存；神鬼神帝，生天生地；在太极之上而不为高，在六极之下而不为深，先天地生而不为久，长于上古而不为老。(《大宗师》)
>
> ……所谓道，恶乎在？庄子曰：无所不在。……道不可闻，闻而非也；道不可见，见而非也；道不可言，言而非也！知形形之不形乎？道不当名。……道无问，问无应。(《知北游》)

这是一个充满了神秘感的无限实体。那么这个实体的特征是什么呢？

老子曾说，“道法自然”，“失道而后德，失德而后仁”，“为道者日损，损之又损，以至于无为”等等……，在这里，老庄的“道”又确乎是一致的。就是说，“道”的特征在于自自然然，毫不作为。所以它在一切之上而又在一切之中。这正是人所应该崇拜学习的：

“吾师乎！吾师乎！齑万物而不为义，泽及万世而不为

仁，长于上古而不为老，覆载天地、刻雕众形而不为巧。此所游已！"(《大宗师》)"夫天籁者，吹万不同，而使其自已也。咸其自取，怒者其谁邪？"(《齐物论》)

一切事物都是有生死有始终的，都局限在一定具体的时空范围内。只有这个"道"是超越这一切的。它无始终，无生死，无喜怒，无爱恶，它表现为万物的自生自化，它自身也就在这万物之中。"天不得不高，地不得不广，日月不得不行，万物不得不昌，此其道与"(《知北游》)。所以它是一切，而一切也即是这个"一"。

值得指出的是，这个充满了泛神论色彩的本体论在庄子哲学中并非真正的宇宙论。庄子的兴趣并不在于去探究或论证宇宙的本体是什么，是有是无，是精神是物质，也不在于去探究论证自然如何生成和演化……。这些问题在庄子看来均毫无意义。他之所以讲"道"，讲"天"，讲"无为"、"自然"等等，如同他讲那么多"谬悠之说，荒唐之言，无端崖之辞"(《天下》)，讲那么多的寓言故事一样，都只是为了要突出地树立一种理想人格的标本。所以他讲的"道"并不是自然本体，而是人的本体，他把人作为本体提到宇宙高度来论说，也就是说，它提出的是人的本体存在与宇宙自然存在的同一性。

在庄子看来，这个人的本体存在，由于摆脱了一切"物役"从而获得了绝对自由，所以它是无限的。他"物物而不为物所物"，他能作逍遥游，"背负青天，而莫之夭阏"。它"无所待"，不受任何现实关系的规定、束缚、限制，从而"大泽焚而不能热，河汉冱而不能寒，疾雷破山而不能伤，飘风振海而不能惊，若然者，乘云气，骑日月，而游乎四海之外，死生无变于己，而况利害之端乎！"(《齐物论》)连生死都对他无影响，更何况利害？更

何况种种世俗"尘垢"？而这就是"至人"、"真人"、"神人"、"大宗师"——一句话，即庄子的理想人格。所以，我倒同意一本不被人注意的哲学史中所表达的这种传统论断："庄子真实学问在大宗师一篇。所谓大宗师何也？曰道也。明道也，真人也，大宗师也。名虽有三，而所指则一也。特以其本体言之，则谓之道。以其在人言之，则谓之真人，谓之大宗师耳。庄子惟得乎此，故能齐生死，一寿夭，而万物无足以撄其心者。……皆当生死之际而安时处顺，哀乐不入。……今人谈庄子，不与此等处求之……抑所谓弃照乘之珠而宝空椟者，非欤？"[8]。

本体论如此，认识论亦然，也是为了论证这个独立自足、绝对自由的无限人格本体的。庄子的相对主义、虚无主义、不可知论，都是为了指明一切具体的事物的存在变化，包括所谓有无、大小、是非等等，都是有限的、局部的、不确定和无意义的，不必去深究探讨，否则将只是可笑的徒劳。因为"天地与我并生，万物与我为一"，本是一个混沌、完全、齐备的整体（"道""一""全"），如果硬要分出有无、是非、大小等等来认识，弄出种种区别，就会失去了那真实的本体存在。"故分也者，有不分也；辩也者，有不辩也"（《齐物论》）；"夫大道不称，大辩不言，大仁不仁……"（同上），各种知识都是局部、相对、有限而不真实的。真实的"知"正是"知止其所不知"。它是不能用语言、概念、判断、逻辑而只能用直接的体验才可以把握和达到的。"夫知者不言，言者不知，故圣人行不言之教"（《知北游》）；"孰知不言之辩，不道之道？若有能知，此之谓天府，注焉而不满，酌焉而不竭，而不知其所由来，此之谓葆光"（《齐物论》）。总之，无论本体论还是认识论，庄子都要求人应该仿效自然事物，既无知识又无愿欲，任凭那无意识无目的而又合规律的客观过程自

然运行，庄子认为只有这样，才合乎“道”。“古之真人，不知说生，不知恶死；其出不欣，其入不距；翛然而往，翛然而来而已矣。……是之谓不以心损道，不以人助天，是之谓真人。”（《大宗师》）“何谓天？何谓人？北海若曰：牛马四足，是谓天；落马首，穿牛鼻，是谓人。故曰：无以人灭天。”（《秋水》）一切人为，一切人的有意识有目的的活动、认识、思虑、打算，都只是对“道”的损伤。“道”是“天”，是“一”，是“全”，是“混沌”整体；“人（为）”是“偏”，是“亏”，是“分”，是“日凿一窍，七日而混沌死”。

那么，怎样才能现实地达到这个与“道”同体的理想人格呢？既然“道”是“无为”，是顺应自然，那么人就应该“安时而顺处”，对一切都无所谓：“呼我牛也而谓之牛，呼我马也而谓之马”（《天道》），“不乐寿，不哀夭；不荣通，不丑穷”（《天地》），“知其不可奈何而安之若命，德之至也”（《人间世》）“死生、存亡、穷达、贫富、贤与不肖、毁誉、饥渴、寒暑、是事之变，命之行也”（《德充符》），这也就是听天由命毫不作为。可见，既然不主张通过活动去改变生死、存亡、贫富、毁誉等等现实的限制和束缚，那么人的所谓“绝对自由”、“独立自足”，便都不存在于现实生活和社会行为的有意识的选择和主动活动中，从而这种所谓“自由”、“自足”和“超越”世俗尘垢，实质上不过是一种心理的追求和精神的幻象而已。庄子是通过“心斋”、“坐忘”等等来泯物我、同死生、超利害、一寿夭，而并不是通过主动选择和现实行动来取得个体独立的。著名的庄周蝴蝶寓言和同样著名的庄子妻死鼓盆而歌的故事都在点明，所谓梦、醒和死生，是可以从精神上予以超越的。把梦醒生死加以确定、区别和规范，是一种执着于不真实的现象的片面性，它是由不真实的外在的有限事物所束缚、所局限而心灵没有得到解放所致。

只有从心理上完全泯灭它们，视同一体，“恶识所以然，恶识所以不然”，“不知周之梦为蝴蝶欤？蝴蝶之梦为周欤？”（《齐物论》）这才与整个自然、整个宇宙合而为一，“未始有物，与道同一”。这才能体验到真正的生命秩序，这才是“安时而处顺，哀乐不能入。”这才是能“入水不濡、入火不热”“御六气之变以游无穷”的“至人”、“真人”、“神人”。而这，也就是庄子哲学的最后制高点。

庄子以这种精神状态作为理想人格的本质特征，并以神秘的“心斋”“坐忘”、“形如槁木，心如死灰”、“嗒焉似丧其耦”以及种种丑陋形貌来描述其外在状态，目的都在强调要把一切为仁为义为善为美为名为利等等所奴役所支配所束缚的“假我”、“非我”舍弃掉。只有“吾丧我”，才能达到或取得真吾（我）。这种“真我”才是如宇宙那样自然地让合规律性与合目的性融为一体，主观即客观，规律即目的，这也就是“道”。所以，庄子所追求的最高理想并不是某种人格神；它所描述和追求的只是具有这种心理—精神的理想人格。庄子哲学并不以宗教经验为依归，而毋宁以某种审美态度为指向。就实质说，庄子哲学即美学[4]。他要求对整体人生采取审美观照态度：不计利害、得失、是非、功过，忘乎物我、主客、人已，从而让自我与整个宇宙合为一体。所谓“天地有大美而不言”（《知北游》），所谓“无不忘也，无不有也，澹然无极而众美从之”（《刻意》），都是讲的这个道理。所以，从所谓宇宙观、认识论去说明理解庄子，似不如从美学上才能真正把握住庄子哲学的整体实质。

正因为是美学而非宗教，所以庄子并不要去解决个体对死亡的恐惧与哀伤，也并不追求以痛苦地折磨现世身心生存来换取灵魂的解救与精神的超越。庄子并不象西方的基督教

或近代的陀斯妥也夫斯基或基尔廓德。他也不象佛教那样否定和厌弃人生，要求消灭情欲。相反，庄子是重生的。他不否定感性，这不仅表现在前述的“保身全生”、“不夭斤斧”和“安时处顺”等方面，而且也表现在庄子对死亡并不采取宗教性的解脱而毋宁是审美性的超越上，他把死不看作拯救而当作解放，从而似乎是具有感性现实性的自由、快乐。“死，无君于上，无臣于下；亦无四时之事，从然以天地为春秋.虽南面王乐不能过也。”(《至乐》)这虽然是寓言，但强调的仍然是“乐”。这种“乐”虽已不是世俗的各种感性快乐，但又并没完全脱离感性的“乐”。故意舍弃和否定感性快乐以寻找超验，强调通过痛苦(感性快乐的反面)才能获得“神宠”达到“至乐”；这是一种有为，是恰恰和庄子哲学相矛盾的。庄子追求、塑造和树立的是一种自自然然的一死生、泯物我、超利害、同是非的对人生的审美态度，认为这就是“至乐”本身，尽管“形如槁木，心如死灰”。

所以，从表面来看，庄、老并称，似乎都寡恩薄情，其实庄、老于此有很大区别。老子讲权术，重理智，确乎不动情感；“天地不仁，以万物为刍狗；圣人不仁，以百姓为刍狗。”庄子则“道是无情却有情”，外表上讲了许多超脱、冷酷的话，实际里却深深地透露出对人生、生命、感性的眷恋和爱护。这正是庄子的特色之一，他似乎看透了人生和生死，但终于并没有舍弃和否定它。“与物为春”(《德充符》)，“万物复情”(《天地》)，“喜怒通四时，与物有宜而莫知其极”(《大宗师》)，“与天和者，谓之天乐”(《天道》)，……谈“春”、说“情”、重“和”，都意味着并不把自然、世界、人生、生活看作完全虚妄和荒谬。相反，仍然执着于它们的存在，只是要求一种“我与万物合而为一”的人格观念。庄

子对大自然的极力铺陈描述，他那许多瑰丽奇异的寓言故事，甚至他那洸洋自恣的文体，也表现出这一点。比较起来，在根本气质上，庄子哲学与儒家的人"与天地参"的精神仍然接近，而离佛家、宗教以及现代存在主义反而更为遥远。

所以，以庄子为代表的道家，实际上是对儒家的补充，补充了儒家当时还没有充分发展的人格—心灵哲学，从而也在后世帮助儒家抵抗和吸收消化了例如佛教等外来的东西，构成中国传统的文化—心理结构中的一个很重要的方面。当然，庄子哲学认为人的有意识有目的的生存活动竟完全可以如同大自然那样无意识无目的地自然运行，这是完全谬误的；从而它所提出的绝对自由的理想人格，便只能是一种虚构，因为个体的人的真正身心自由乃是人类集体在实际上支配事物的必然性并使自然人化的结果。庄子所采取的所谓"超越"，恰好是对物的必然性的逃避，这当然不可能成功。庄子哲学的确给中国文化和中国民族带来许多消极影响，它与儒家的"乐天知命"、"守道安贫"、"无可无不可"等等观念结合起来，对培植逆来顺受、自欺欺人、得过且过的奴隶性格起了十分恶劣的作用。

二

虽然就整体说，庄子哲学在以征服外在环境、以社会生产和世俗生活丰满发展为特色的秦汉时期，看不到多少重要影响，似乎被沉埋起来，直到魏晋时期才被重新发现；但有一点仍值得注意，即自先秦到魏晋即便在两汉也始终未断的养生学说与庄子的关系。王夫之《庄子解》注解《养生主》中"缘督以

为经"说，"身前之中脉曰任。身后之中脉曰督。……缘督者，以清微纤妙之气，循虚而行，止于所不可行而行自顺"等，这就是从医学角度来解释的。"任""督"二脉的运行理论是讲究养生保身的中医气功的要领，直到今天仍然如此。庄子在《养生主》等许多篇章中所讲的养生道术，以及所谓"心斋"、"坐忘"和"至人之呼吸以踵"之类，恐怕与气功中的集中意念以调节呼吸等等有关。从马王堆出土的导引图等等可以推知，这一套在汉代社会中也是相当流行的。

绵延到六朝，如《抱朴子》，外篇讲儒家治国平天下的一套，内篇却大讲修炼、长生、登仙。这时的庄子哲学大概已经与秦、汉以来的神仙家、民间道教系统混杂在一起了。对长生、成仙等等的肯定和追求，一方面固然是对庄子哲学的庸俗化，因为庄子哲学的精神并不在此。但同时又可以说是庄子讲的"养身全生"思想在医学生理学上的发展和"落实"。

这种养生理论与例如内经——汉代思想不同处在于，后者以一套整体宇宙论系统为背景和基础，前者却主要以单个人体为对象和目标；后者的精神和主干是儒家，前者是道家——庄子。但是，由于同作为中国的医学和生理学，又仍有其共同思想基础，它们二者很快就合在一起了。这种合流也有它的渊源。早在先秦，孟子的"吾善养吾浩然之气"等等，与庄子就可以有相通之处。只是孟子与伦理学五行说相联系，终于在汉代构造成庞大宇宙论体系，庄子则始终以个体身心为中心，认为只要个体完善了，自由了，天人关系和人际关系自然没问题。儒家从人际关系中来确定个体的价值，庄学则从摆脱人际关系中来寻求个体的价值。

所以庄子在魏晋之际突然大流行，是很自然的事。当时，

旧的规范制度和社会秩序已经崩溃，战乱频仍，人命如草，"正是对外在权威的怀疑和否定，才有内在人格的觉醒和追求。也就是说，以前所宣传和相信的那套伦理道德，鬼神迷信，谶纬宿命，烦琐经术等等规范、标准、价值，都是虚假的或值得怀疑，它们并不可信或并无价值。只有人必然要死才是真的，只有短促的人生中总充满那么多的生离死别、哀伤不幸才是真的。"[6]于是，要求彻底摆脱外在的标准、规范和束缚，以获取把握所谓真正的自我，便成了魏晋以来的一种自觉意识。桓温问殷浩："卿何如我？"殷云："我与我周旋久，宁作我。"（《世说新语·品藻第九》）对自我第一的肯定，对外在标准（包括权势名利）的卑视，不管实际是否做到，在当时哲学上却非常重要。人（我）的自觉成为魏晋思想的独特精神，而对人格作本体建构，正是魏晋玄学的主要成就。

在这意义上，玄学便是庄学。诚然，何（晏）王（弼）在建立"以无为本"的本体理论时，主要取源于老而不及庄。并且仍然以儒学为宗，孔仍在老之上。真正从理论上和行动上反儒崇庄的，应推嵇（康）阮（籍）。正是他们使庄学在中国意识形态上留下了不可磨灭的印痕。不但所谓竹林传说对当时及后代起了很大影响，而且他们的确比较忠实地继承和现实地表现了庄学。当然，就是他们，对儒学态度也非常矛盾复杂：尽管"非汤武而薄周孔"（嵇），"汝君子之处寰区之内，亦何异夫虱之处裈中乎"（阮），有如鲁迅所言，"因为他们生于乱世，不得已，才有这样的行为，并非他们的本态"。但有一点却又是他们的本态，即对庄子所描述的理想人格的向慕。他们把这种人格看作是最高标准，是与一切世俗常人迥相区别的"大人"："夫大人者，乃与造物同体，天地并生，逍遥浮世，与道俱成，变

化散聚，不常其形。”(阮籍：《大人先生传》)

这里重要的是，他们一方面服药行散以求长生，追求形(身体)的成仙，而同时又重视养形必需养神，更求神(心灵)的超脱。“养生在于养神者见于嵇康，则超形质而重精神。”[6]形神问题之所以自这时起占居哲学(形神之辨)和艺术(“以形写神”)的中心，是与此有关的。在庄子那里，本已有“神以守形”、养神以全生保身的理论，加上从《人物志》以来用观察神形以品议人物的社会风尚和政治标准，使得对个体人格的追求和标榜，成为哲学议论的主题。为司马迁所推重的庄学的政治批判方面也在这个时期相配合地得到了继承和发展，例如嵇、阮的“无君臣”的观念以及鲍敬言的无君论等等。尽管比起形神问题，它们处于次要地位。

如果从理论倾向和哲学深度讲，则应该把嵇、阮的庄学与何、王的老学连结起来。何、王的老学已经不同于老子原本，他们所主张的“以无为本”，是要求从种种具体的、繁杂的、现实的从而是有限的、局部的“末”事中超脱出来，以达到和把握那整体的、无限的、抽象的本体。这个真实本体是任何语言、概念、形象、思虑所不可穷尽的。人们只是借这些东西加以体验和把握它。既把握了它，则这些东西便可以舍弃和忘掉；并且只有舍弃和忘掉，才可能真正最终达到那个本体。因为有言则有分，“有分则失其极矣”。“予欲无言，盖欲明本。举本统末，以示物于极者也。……是以修本废言，则天而行化”[7]。“道者，无之称也，无不通也，无不由也。况之曰道，寂然无体，不可为象。是道不可体。故但志慕而已”[8]。王弼等人是从儒家治理天下的角度来谈论这个本体的，他们认为这个本体之所以重要，正是因为它是统治的理论：“夫众不能治众，治众者，至寡者

也。夫动不能制动，制天下之动者，贞夫一者也"[9]。这也就是说，不应再以汉代那种繁复运转的宇宙论系统图式，而应以这个可以包容一切、"无为而无不为"的"道"、"一"来作为统治天下的理论基础。

但重要的是，这个"无"的本体，与其说是宇宙的本体，还不如说是人格的本体。与庄子哲学一样，玄学实际上是用人格的本体来概括、统领宇宙的。魏晋玄学的关键和兴趣并不在于去重新探索宇宙的本源秩序、自然的客观规则，而在于如何从变动纷乱的人世、自然中去抓住根本和要害，这个根本和要害归根结蒂是要树立一个最高统治者的"本体"形象。所以尽管玄学讲了许多有无、本末、言意、形神……，但问题的核心仍然是如何才能是统治万方的"圣人"。而王弼之所以高于何晏，也在于："何晏以为圣人无喜怒哀乐……弼与不同，以为圣人茂于人者，神明也；同于人者，五情也。神明茂，故能体冲和以通无；五情同，故不能无哀乐以应物。然则圣人之情，应物而无累于物者也"[10]。这不正是庄子的"应物无方"的政治运用吗？可见，王弼之区分"本"与"末"、"一"与"多"、"静"与"动"，强调把纷繁多样、运动变化的现象世界与虚静而一的本体世界划分开来，目的并非解说或针对宇宙、自然，而主要是在探索和树立某种作为能主宰、支配、统治万事万物的社会政治上的理想人格（"圣人"），这种人格（"性"、本体）由于具有潜在的无限可能性，从而就可以展开呈现为多样的现实性。他就能"应万物而不为物所累"，可以日理万机而仍怡然自适。他无为而无不为。因为"外在的任何功业、事物都是有限和能穷尽的，只有内在精神本体才是原始、根本、无限和不可穷尽，有了后者（母）就可以有前者（子）"[11]。这也就是所谓只有"圣人"才能

“体无”的真实含义。“无为”本是道家早有的“君人南面之术”[12]，王弼把这一政治理论提到了哲学本体论的高度上。所以说魏晋玄学中的“无”的主题恰恰是对人的探索。可见，王、何的老学与嵇、阮的庄学，尽管并不相同，一是社会政治的统治理想，一是个体形神的超脱理想，但在建立理想人格这一根本主题上却又是相同的。它们构成了同一思潮。

人格主题是“无”的哲学本质。其中一个值得注意之点是：无论嵇、阮或王弼，那个所谓“大人先生”或“体无”的“圣人”似乎寂然不动、冷漠之极，却又仍然充满感情。王弼承认“五情应物”并不妨碍其为“圣人”；并且大概还只有能以“五情应物”而不累己，才能算是真正的“圣人”。而嵇、阮之重情，人所公认。有意思的是，重情恰好是与这种外表“寡情”的思辨哲学携手同行的共同思潮。《世说新语》有许多这类记载：“王子敬云，从山阴道上行，山川自相映发，使人应接不暇。若秋冬之际，尤难为怀。”“情之所钟，正在我辈”，“树犹如此，人何以堪”，等等等等。它们都相当明显地反映出“尚情”和情感问题在这一时期的突出。这不但使从《文赋》到《诗品》的文艺理论提出了“诗缘情”的新美学观念，而且也渗透在哲学思辨中了。这当然与当时社会的动乱苦难、外在束缚的减少有关。所以，如果不计细节，而从总体来看，魏晋思潮及玄学的精神实质是庄而非老，因为它所追求和企图树立的是一种富有情感而独立自足、绝对自由和无限超越的人格本体。

玄学另一阶段也是另一方面，便是向秀、郭象的《庄子注》。他们之不同于何王、嵇阮，前人论之已详。其特征是扭转嵇、阮那种在政治思想、社会观念和人格理想上全面地以庄排儒的倾向。郭象自己说得明白，他全面地重新解释庄子，目标

就在于“明内圣外王之道”(《庄子序》)，要把内圣(理想人格)与外王(社会政治的统治秩序)统一起来，所以郭在政治上强调有君虽有害，却比无君好；在社会秩序上，郭肯定“尊卑有别”，“故知君臣上下手足内外乃天理自然”。这就是说，传统儒家的伦常规范即是庄子的自然之道。在理想人格上，他所解释的《逍遥游》，更具典型意义。他认为庄子讲的大鹏与小鸟的寓言，并不在把高举远慕遨游九天作为理想人格，恰好相反，他认为庄子要讲的是大鹏与小鸟飞虽不同，有远有近，有大有小，但都同样可以是逍遥，并无优劣可分：“夫小大虽殊，而放于自得之场，则物任其性，事称其能，各当其分，逍遥一也。岂容胜负于期间哉！”(《逍遥游注》)这种解释与庄子哲学中本有的“顺时而应世”，“曳尾于泥中”，“处材不材之间”连结起来，于是所谓理想人格便只是服从世俗，顺应环境，“游外者依内，离人者同俗”，“圣人未尝独异于世，必与时消息，故在皇为皇，在王为王，岂有背俗而用我哉！”(《天地注》)郭象认为，穿牛鼻络马首而为人用，也仍然是天性自然：“人之生也，可不服牛乘马乎？服牛乘马，可不穿落之乎？牛马不辞穿落者，天命之固当也。苟当乎天命，则虽寄之人事，而本在乎天也”(《秋水注》)。这很明显是与庄子原意唱反调了。庄子要超脱人事，复归自然；郭象却要肯定人事，认为人事本身就是自然。“所谓无为之业非拱默而已；所谓尘垢之外，非伏于山林也”(《大宗师注》)。“臣能亲事，主能用臣；斧能刻木，而工能用斧，各当其能，则天理自然，非有为也。……故各司其任，则上下咸得而无为之理至矣”(《天道注》)。肯定现存社会、伦常、政治、人际秩序都是合理的，应该去顺应“合俗”，只有这样，才是真逍遥，因为这样才真正做到了“应物而不累于物”。对统治者的“圣人”来说，固然是

"终日挥形而神气无变，俯仰万机而淡然自若"(《大宗师注》)。对老百姓来说，则是"理有至分，物有定极，各足称事，其济一也。若乃……营生于至当之外，事不任力，动不称情，……不能无困矣"(《逍遥游注》)。总之，"无为"即等于"顺有"；"乘天地之正"者，即是"顺万物之性"。而所谓"顺有"、"顺万物之性"，说穿了，也就是"顺"社会统治秩序所规定的"万物之性"，所以这是极为片面地发展了庄学中最庸俗虚伪的一面，完全失去了庄学中抨击现实揭露黑暗的批判精神，失去了象嵇康阮籍那种反抗性的进步意义。郭象同时抹杀了王弼根据易、老提出的"无"的本体，否认去寻求本质现象区分的意义，一切都成为没有规律的偶然自生，这就在根本上不需要再去描绘、寻找、建树什么理想人格，而成为纯粹的混世主义、滑头哲学了。郭注长期被看作庄子本意，人们经常通过郭注而读庄，于是庄子哲学似乎也就成了影响极坏的陈垢粃糠。郭注虽在纯粹思辨上确有成就，如突出了偶然性范畴等等，但它对庄子的曲解，却是其主要方面。

三

世所公认，禅是中国的产物。佛教传入中国经历了许多变迁后，终于出现了以六祖慧能创始的南宗顿教。以后日益发展丰富，成为具有鲜明特色的中国佛学禅宗。

这里当然不能介叙禅宗思想的由来始末以及"四料理"、"四宾主"、"五位君臣"、"夺境"、"夺人"等等细部，也不拟涉及禅宗与现实社会的功过得失。许多论著都谈过这些问题。有的肯定它在佛学范围内有冲破繁琐教义、解放人心的进步作

用，有的则痛斥他们是骗子、强盗，"从谂擅利口，天然工心计，禅门大师大抵属于这两类人"[13]。我以为，这两者都有相当根据，本文不拟重复。

这里想粗略讨论的只是，从纯粹思想角度看，禅作为中国产物，有些甚么基本特征。

慧能是不识文字却能"悟道"的开山典范。他的主要教义之一便是"不立文字"，即不在思辨推理中去作"知解宗徒"。因为在他看来，任何语言、文字，只是人为的枷锁，它不仅是有限的、片面的、僵死的、外在的东西，不能使人去真正把握那真实的本体，而且正是由于执着于这种思辨、认识、语言，反而束缚了、阻碍了人们去把握。由上述可知，这种思想中国早已有之，但禅宗把它进一步发展了。因为无论是庄子或玄学，它们仍不脱语言、文字、概念、思维。禅宗后来要求连这些也彻底抛开，干脆用种种形象直觉的方式来表达和传递那些被认为本不可以表达和传递的东西。这种表达和传递既然不是任何约定的语言、符号，结果就变成一种特殊的主观示意了。这突出地表现在所谓"公案"中。

……谒石头，乃问不与万法为侣者，是甚么人？头以手掩其口，豁然有省。(《指月录卷九·庞公》)

问僧甚处来？僧曰近离浙中。师曰船来陆来？曰二途俱不涉。师曰争得到这里？曰有什么隔碍。师便打。(《五灯会元卷七·天皇·雪峰义存禅师》)

上堂僧问灵山，拈花意旨如何？师云，一言才出，驷马难追；进云迦叶微笑意旨如何？师云，口是祸门。(《古尊宿语录》卷四十)

"手掩口"者，不可言说也。"师便打"者，不可道破也。因

一落言筌，便成谬误；若经道破，已非真实；是比"口是祸门"，驷不及舌。可见禅宗讲求的"悟"并非理智认识，又不是不认识，而只是一种不可言说的领悟、感受。所以禅宗公案充满了那么多的拳打脚踢。但是，传教又总不能完全逃避言语文字，否则毕竟很难交通传递，禅宗作为教派也不能存在和延续。"不立文字"却仍然需要依靠文字（语言），于是在"立"了许多文字、讲了许多"道理"之后，便特别需要用种种方式来不断指出它的本身不在文字，不断地揭示、提醒、指出人为的语言文字并不是真实本身，不能用它们去真正言说、思议和接近那真实的本体。这也就是在讲经布道之外，还有许多"公案"的来由，"公案"之于禅最具典型性。

> 师白祖云：某甲有个会处。祖云，作么生？师云，说似一物即不中……。（《古尊宿语录·卷一》）
>
> 问如何是第一义？师曰，我向尔道是第二义。（《五灯会元卷十·法眼·文益禅师》）
>
> ……藏门送之。问曰，上座寻常说三界唯心，万法唯识。乃指庭下片石曰，且道此石在心内在心外？师曰在心内。藏曰，行脚人着什么来由，安片石在心头。（同上）

"第一义"是不可言说的，所以"说似一物即不中"，"我向尔道"的已是"第二义"。如果执着于"三界唯心"等理论思辨，也等于心中安装了块石头，心中装块石头是沉重而很不舒服的（这公案还可有另解）。粘着于物，拘泥于即使是正确的语言文学和理论思辨，也同样如此。它们恰恰违反了真空自性。

> 乌龙长老访冯济川说话次，云：昔有官人问泗州大圣师何姓？圣曰姓何。官云住何国？圣曰住何国。此意如何？龙云：大圣本不姓何，亦不是何国人，乃随缘化

度耳。冯笑曰：大圣决定姓何，住何国。如是往返数次遂致书于师，乞断此公案。师云：有六十棒。将三十棒打大圣，不合道姓何；三十打济川，不合道大圣决定姓何。（《宗门武库》）

任何一种解说，任何一种肯定或否定，即使如何空灵巧妙，例如问何姓答姓何，问住何国答重复之等等，也都不过是强作聪明，冒充解语，都是该打的。总之，应该破除对任何语言、思辨、概念、推理的执着。而这也就是慧能临终传授宗旨的"秘诀"："若有人问汝义，问有将无对，问无将有对，问凡以圣对，问圣以凡对。二道相因，生中道义"。（《坛经·付嘱品第十》）

有无、圣凡等等都只是用概念语言所分割的有限性，它们远非真实，所以要故意用概念语言的尖锐矛盾和直接冲突来打破这种执着。问无偏说有，问有偏说无。只有打破和超越任何区分和限定（不管是人为的概念、抽象的思辨，或者是道德的善恶、心理的爱憎、本体的空有……），才能真正体会和领悟到那个所谓真实的绝对本体。它在任何语言、思维之前、之上、之外，所以是不可称道、不可言说、不可思议的。束缚在言语、概念、逻辑、思辨和理论里，如同束缚于有限的现实事物中一样，便根本不可能"悟道"。

"师问仰山：涅槃经四十卷多少是佛说？多少是魔说？仰曰：总是魔说。"（《五灯会元卷九·沩仰·沩山灵佑禅师》）"只如今作佛见作佛解，但有所见所求所著，尽名戏论之类，亦名粗言，亦名死语。"（《古尊宿语录卷二》）连佛家经典和各种佛学理论也都只是"魔说"、"戏论之类"、"粗言"、"死语"，就更不必说其他语言、思辨了。

可见，禅宗的这一套比玄学中的"言不尽意"、"得意忘言"

又推进了一大步。它不只是"忘言"或"言不尽意"，而是干脆指出那个本体常常只有通过与语言、思辨的冲突或隔绝才能领会或把握。惠明向六祖求法，"慧能云：汝既为法而来，可屏息诸缘，勿生一念。吾为汝说。明良久。慧能云：不思善，不思恶，正与么时，那个是明上座本来面目？惠明言下大悟……曰，惠明虽在黄梅，实未省本来面目。今蒙指示，如人饮水，冷暖自知。"(《坛经·行由品第一》)所谓"本来面目"或亦作"还父母未生时面目"，也就是要割断一切意识、一切观念、一切因果观念等等，"勿生一念"，好象没有落到这个因果现象世界之中来似的。只有这样，才可能真正领悟到与"无"同体的那个超善恶、是非、因果的本体世界。这不是思辨所能达到的。而只是一种神秘的感受或领悟，所以说是"如人饮水，冷暖自知"，它是不可言说、不可传达给别人的。禅宗一再强调的，大体都是这个意思。*

如上所说，不可言说毕竟又要言说，不可表达却还要表达；既不能落入平常的思辨、理性和语言，又得传达、表示某种意蕴。这就不但把日常语言的多义性、不确定性、含混性作了充分的展开和运用，而且也使得禅宗的语言和传道非常主观任意，完全不符合日常的逻辑和一般的规范。例如："甚么是祖师西来意"，这是问"究竟甚么是禅"这个根本问题的。而禅师们的回答却是"庭前柏树子"(赵州)"西来无意"(大梅)、"一

* 维特根斯坦(Wittgenstein)对这个不可言说的本体问题也深感兴趣。他多次说语言是我们世界的界限，"确有不能讲述的东西，这是自己表明出来的，这就是神秘的东西"；"对于不可言说者，就应该沉默"；"我的命题可以这样来说明：理解我的人当他通过这些命题根据这些命题越过时(他可以说是在他爬上梯子后把梯子抛掉)，终于知道这些命题是没有意义的"。(《逻辑哲学论》)

个棺材，两个死汉”（马祖）等等。又如，问“如何是佛”？禅师们的著名回答是“干屎橛”（云门）、“麻三斤”（洞山）等等。这种似乎已成为公式的“一棒打回去”的回答法都是为了表达“你问得不对”，即问题本身就提错了。之所以要真动手打或用无意义的语言打回去如所谓“德山棒，临济喝”等等，都是为了使你大吃一惊，从而得到启发或省悟。禅宗公案中所以把那许多奇谈怪答、奇行怪态作为悟道的钥匙、传道的榜样，而津津乐道不已，原因就在这里。

“不立文字”的另一层含义在于，文字（语言、概念和思辨）都是公共交通的传达工具，有群体所共同遵守的普遍规则，禅宗认为要真正到达或把握本体，依靠这种共同的东西是不可能的，只有凭个体自己的亲身感受、领悟、体会才有可能。因为“悟道”既不是知识或认识，而是个体对人生谜、生死关的参悟，当然就不是通过普遍的律则和共同的规范所能传授，而只有靠个体去亲身体验才能获得。这种感悟，既然不依靠语言文字或思辨，它便完全可以也必须在日常生活活动中、在普通的行为和实践中，通过具有个体独特性的直觉方式去获得。

于是，结论便是：“悟道”不应该也不可能借重或依靠任何外在的权威、偶像。禅宗强调自解、自立、独往无前，以至于破除迷信、呵佛骂祖。“……于慧林寺遇天大寒，师取木佛烧火。”（《五灯会元卷五·青原·天然禅师》）“这里无佛无祖，达摩是老臊胡，释迦老子是干屎橛，文殊普贤是担屎汉……。”（《五灯会元卷七·天皇·德山宣鉴禅师》）连佛菩萨都只是“干屎橛”之类，可以拿来取暖，并无用处，就更不必说别的了。“……回曰，外面黑，潭点纸烛度与师。师拟接，潭复吹灭。师于此大悟，便礼拜”（同上）。这是

为了表明：不应指靠外在的光明，而应循由自己的本性去征服黑暗，找到路途。

既然不需要日常的思维逻辑，又不要遵循共同的规范，禅宗的"悟道"便经常成为一种完全独特的个体感受和直观体会，亦即个体感性经验的某种神秘飞跃。因之，在任何情况和条件下都可以"悟道"，它具有极大的随意性和偶然性。例如：

(智闲)一日芟除草木，偶抛瓦砾，击竹作声，忽然省悟。(《五灯会元卷九·沩仰·智闲禅师》)

那个因回答说野鸭子飞过去了而被老师扭痛了鼻子从而悟道的公案故事，那个大拇指被砍从而悟道的公案故事，以及禅宗各种所谓"截断法"、"一字法"等等，都表明了这一点。尽管禅宗也强调这种种偶发方式本身并不就是禅而只是禅的表现方式，执着于它们，把它们当作公式，固定下来，摹拟仿效，就又等于有语言方法和逻辑形式，那便大错特错了。禅宗当然也讲修炼，也讲净心宁意，并且认为这个过程有时还得相当长的时间。所谓"云覆千山不露顶，雨滴阶前渐渐深"等等，就是指的这一过程，而且所有这些又只是为了创造顿悟的机缘。基本精神仍在强调"悟道"并无特定的形式规范，不是终日坐禅所能达到的。"生来坐不卧，死去卧不坐，一具臭骨头，何为立功课"(《坛经·顿渐品第八》)，"慧能没伎俩，不断百思想，对镜心数起，菩提作么长"(《同上·机缘品第七》)，"僧问如何修道？师云，道不属修，若言修得，修成还坏"(《指月录卷五·马祖》)，"问如何是戒定慧？师曰，贫道这里无此闲家俱"(《指月录卷九·药山》)等等说法，都是指明悟道得禅不在于勉强身心去刻意"修道"寻求，而应该在与普通人并无差异（也卧、也坐、也思想）的日常生

活中，在一定积累后，随着某种机缘，一点即破，经由这种个体的独特途径，去到达那真实本体。

……问和尚修道，还用功否？师曰用功。曰如何用功？师曰，饥来吃饭，困来即眠。曰一切人总如是，同师用功否？师曰不同。曰何故不同？师曰，他吃饭时不肯吃饭，百种须索，睡时不肯睡，千般计较。(《景德传灯录》卷六)

僧问师学人乍入丛林，乞师指示。师云，吃粥也未？云吃粥了也。洗钵盂去。其僧因此大悟。(《指月录卷十一·赵州》)

早上要吃粥，吃完了要洗碗；饿了吃饭，困了睡觉；这都是日常自然的事情，撇开这些自然事情而硬去思虑去强求"悟道"，那就根本不可能"悟道"。"悟道"只能在日常生活中自然地获得。这就是禅宗大讲的所谓"平常心是道"。"一切声色事物，过而不留，通而不滞，随缘自在，到处理成。""春有百花秋有月，夏有凉风冬有雪。若无闲事挂心头，便是人间好时节"(《无门关》)。"……问可松：弥勒菩萨，为甚么不修禅定？不断烦恼？答道：真心本净，故不修禅定；妄想本空，故不断烦恼。又问大润，答曰禅心已空，不须修，断尽烦恼，不须更断。又问海禅师，答本无禅定烦恼。"三答中当然最后者最高。因为它指出本来无所谓修炼、烦恼；刻意追求清静、剔除妄想，等等，本身便意味着去肯定、执着于清静、烦恼，便恰好是"无念"的反面了。"……请师指示个行路？师云杀人放火"(《古尊宿语录》卷九)，即是说，禅果并不是修什么行所能得到的。

"曾作偈示众曰，方水潭中鳖鼻蛇，拟心相向便揄揶，何人拔得蛇头出？……上曰，如何只有三句？师曰，意有所待。后

大隋元靖长老举前三句了，乃著语云：方水潭中鳖鼻蛇。”《续传灯录》卷二八，转引自冯友兰《新原道》第95页）拔出蛇头，仍是蛇头，可见费心思考，追寻所谓佛性的根底，是没有意义，不会有得的。* 只有在既非刻意追求，又非不追求，既非有意识又非无意识，既非泯灭念虑，又非念念不忘，即所谓“在不住中又常住”和无所谓“住不住”中以获得这个“好时节”或“忽然省悟”，这才是所谓真悟道。

如上所说，禅宗的“悟道”不是思辨的推理认识，而是个体的直觉体验。它不离现实生活，可以在日常经验中，通过飞跃获“悟”。所以它是在感性自身中获得超越，既超越又不离感性。一方面它不同于一般的感性，因为它已是一种获得精神超越的感性。另方面，它又不同于一般的精神超越，因为这种超越常常要求舍弃、脱离感性。禅宗不要求某种特定的幽静环境（如山林）或特定的仪式规矩去坐禅修炼，而是认为任何执着于舍厌感性去追求精神超越，反而不可能超越，远不如在任何感性世界、任何感性经验中“无所住心”——这即是超越。

那么，进一步的根本问题便是，禅宗这种既达到超越又不离感性的“顿悟”究竟是什么呢？这个“好时节”、“本无烦恼”、“忽然省悟”又到底是什么呢？我以为，它最突出和集中的具体表现，乃是对时间的某种神秘的领悟，即所谓“永恒在瞬刻”或“瞬刻即可永恒”这一直觉感受。这可能是禅宗的哲学秘密之一。

禅宗讲的是“顿”悟。它所触及的正是时间的短暂瞬刻与

---

* 维特根斯坦：“世界是怎样的，这对于更高者来说是完全漠不相关的，上帝不是在世界上显现的”，“神秘的不是世界是怎样的，而是它是这样的”（《逻辑哲学论》）。

世界、宇宙、人生的永恒之间的关系问题。这问题不是逻辑性的，而是直觉感受和体验领悟性的。即是说，在某种特定条件、情况、境地下，你突然感觉到在这一瞬刻间似乎超越了一切时空、因果，过去、未来、现在似乎融在一起，不可分辨，也不去分辨，不再知道自己身心在何处(时空)和何所由来(因果)。这当然也就超越了一切物我人己界限，与对象世界(例如与自然界)完全合为一体，凝成为永恒的存在。于是这就达到了也变成了所谓真正的本体自身了。本来，什么是我？如果除去一切时空、因果(“生我者父母”以及我为何在此时此地等等)，我也就不存在了。在瞬刻的永恒感中，便可以直接领悟到这一点。所谓“不是心，不是佛，不是物”(《五灯会元·南岳·南泉普愿禅师》亦见多处)，就是这个意思。在禅宗看来，这就是真我，亦即真佛性。超越者与此在这里得到了统一。可见，这并不是“我”在理智上、意念上、情感上相信佛、属于佛、屈从于佛，相反，而是在此瞬刻永恒中，我即佛，佛即我，我与佛是一体。禅宗常说有三种境界，第一境是“落叶满空山，何处寻行迹”，这是描写寻找禅的本体而不得的情况。第二境是“空山无人，水流花开”，这是描写已经破法执我执，似已悟道而实尚未的阶段。第三境是“万古长空，一朝风月”，这就是描写在瞬刻中得到了永恒，刹那间已成终古，在时间是瞬刻永恒，在空间则是万物一体；这也就是禅的最高境地了。这里，要注意的是，瞬刻即永恒，却又必需有此“瞬刻”(时间)，否则也就无永恒。可见这永恒既超越时间却又必需在某一感性时间之中。既然必需有具体的感性时间，也就必需有具体的感性空间，所以也就仍然不脱离这个现实的感性世界，即所谓不落因果又不昧因果，这也就是超越、不离感性。重要的是，经此一“悟”之后，原来的对

象世界就似乎大不一样了。尽管山还是山，水还是水；吃饭还是吃饭，睡觉还是睡觉；外在事物并无任何改变，也不需要任何改变；但是经此“瞬刻永恒”的感受经验之后，其意义和性质却似乎有了根本的不同。它们不再被当作要执着的实在，也不再是要追求的虚空；它们既非实有，也非空无，因为本无所谓空、有。有与无、实体与虚妄，存在与消亡……都只是未经超越的执着。说它是虚无即等于肯定超虚无的实在。神秀的“时时勤拂拭，不使惹尘埃”之所以谬误，正在于执着于某种理想的“菩提树，明镜台”，即把佛性当作实在去追求从而无法获得那个我与佛同体的神秘感受。在我即佛、佛即我的真正超越里，这一切（有无、色空、虚实、生死、忧喜、爱憎、善恶、是非、荣枯、贫富、贵贱……等等）混然失去区分，而这也就是那个不可言说的“存在”*。“未有无心境，尝无无境心；境忘心自灭，心灭境无侵”。既已超时空、因果，也就超越一切有无分别，于是也就获得了从一切世事中解放出来的自由感。从而，既不用计较世俗事务，也不必故意枯坐修行；饿即吃，困即眠，自自然然地仍然过着原来过的生活；实际上却已“入圣超凡”。因为你已经渗透禅关——通过自己的独特途径，亲身获得了“瞬刻即可永恒”=“我即佛”的这种神秘感受了。

这种“瞬刻永恒”的另一感受特色是某种精神的愉快或欢乐。在各种宗教经验中，都有某种精神的愉悦、欢乐或满足感。它接近道德的愉快，但由于感到自己已与神同体或被神

* W. Barrett：“海德格尔的一个朋友告诉我，有天他去看海德格尔，海正在读铃木大拙的书，海说，如果我理解正确的话，这正是我在我所有著作中所要讲的”。（《佛教禅宗：铃木大拙选集》导言第11页，纽约，1956年）这当然过分夸张了。禅宗那种东方式的古典宁静与海的现代式的行动激动仍迥然不同。

"引接"，因而，它又是比道德愉快感更为强烈并且似乎更清彻纯净的愉快。这是需要心理学来具体分析研究的。否定或忽视这一点，就难以解释某些狂热的宗教徒领死如怡、强烈要求献身的那种欢乐，也难以理解某些虔诚的宗教徒那种宁静淡泊的内心愉悦。它是道德的，但又是超乎道德的另一种心境、体验和感受。宗教被利用为社会、政治的鸦片烟，一部分正是通过创造这种情感体验而成功的。

禅宗宣讲的"悟"，也是如此。不同的是，禅宗渲染的这种宗教神秘感受，更少有刺激性的狂热，更少激动昂扬的欢乐，而毋宁更为平淡安静。它不是追求在急剧的情感冲突中、在严重的罪感痛苦中获得解脱和超升，而毋宁更着重在平静如常的一般世俗生活中，特别是在与大自然的交往欣赏中，获得这种感受。比起那强烈刺激的痛苦与欢乐的交响诗来，它似乎更能长久地保持某种诗意的温柔牧歌的韵味。而它所达到最高境界的愉悦也是一种似乎包括愉悦本身在内都消失溶化了的那种异常淡远的心境。这是因为，既已与佛融为一体，"我"已消失在宇宙本身的秩序生命中，自然也就不再存在包括愉快在内的任何"我"的情感了。

禅宗非常喜欢与大自然打交道。它所追求的那种淡远心境和瞬刻永恒经常假借大自然来使人感受或领悟。如果剔去那种种附加的宗教的神秘内容，这种感受或领悟接近于一种审美愉快。审美愉快有许多层次和种类，其中有"悦志悦神"一大类。禅宗宣扬的神秘感受，脱掉那些包裹着的神学衣束，也就接近于悦神类的审美经验了：不仅主客观浑然一致，超功利，无思虑；而且似乎有某种对整个世界的规律性与自身的目的性相合一的感受。特别是在欣赏大自然风景时，不仅感

到大自然与自己合为一体，而且还似乎感到整个宇宙的某种合目的性的存在。这是一种非常复杂的高级审美感受，好些自然科学家也曾提及这种体验，即在研究自然时，有时可以产生一种宇宙合目的性存在的奇异感受，即似乎感到冥冥之中有某种与规律性相同一的目的或事物。一些人把它说成了自由的想象，一些人由之而相信上帝，实质上也即是这种审美感受。

无怪乎，禅宗文献中保存了很多有关悟道的传说和诗作常与自然有关。从最早的"教外别传"的臆造传说开始：

> 世尊在灵山会上，拈花示众，是时众皆默然。唯迦叶尊者破颜微笑。世尊曰：吾有正法眼藏，涅槃妙心，实相无相，微妙法门，不立文字，教外别传，付嘱摩诃伽叶。(《五灯会元卷一·佛祖》)

拈花微笑，道体心传，这是一张多么美丽的图画。此外，如"青青翠竹，总是法身，郁郁黄花，无非般若"(《大珠禅师语录》卷下)，"问如何是天柱家风？师曰，时有白云来闭户，更无风月四山流"(《景德传灯录》传第四)。"问如何是佛法大意？师曰春来草自青"(《五灯会元》卷一五)。"问语默涉离微，如何通不犯(即问沉默与言语涉及意念出入如何能不滞碍)，师曰常忆江南三月里，鹧鸪啼处百花香"(《五灯会元卷一一·临济廷沼禅师》)，……等等，都是通过诗的审美情味来指向禅的神学领悟。

然而好些禅诗偈颂由于着意要用某种类比来表述意蕴，常常陷入概念化，实际就变成了论理诗、宣传诗、说教诗，不但恰好违反了禅宗本旨，而且也缺乏审美趣味。所以我认为具有禅味的诗实际上比许多禅诗更真正接近于禅。例如王维的某些诗比好些禅诗便更有禅味。甚至象陶诗"采菊东篱下，悠

然见南山”，杜诗“水流心不竞，云在意俱迟”等等，尽管与禅无关，但由于它们通过审美形式把某种宁静淡远的情感、意绪、心境引向去融合、触及或领悟宇宙目的、时间意义、永恒之谜……，从而几乎直接接近了（虽未必能等同于）禅所追求的意蕴和“道体”，所以并不神秘。这似乎可以证明禅的所谓神秘悟道，其实质即是某种审美感受。我们今天应该揭去禅的宗教包裹，还“瞬刻永恒”、“万物一体”的本来面目。*

禅之所以多半在大自然的观赏中来获得对所谓宇宙目的性，即似乎是对神的了悟，也正在于自然界事物本身是无目的性的。花开水流，鸟飞叶落，它们本身都是无意识、无目的、无思虑、无计划的。也就是说，是“无心”的。但就在这“无心”中，在这无目的性中，却似乎可以窥见那个使这一切所以然的“大心”、大目的性——而这就是“神”。并且只有在这“无心”、无目的性中，才可能感受到它。一切有心、有目的、有意识、有计划的事物、作为、思念，比起它来，就毫不足道，只妨碍它的展露。不是说经说得顽石也点头，而是在未说之前，顽石即已点头了。就是说，并不待人为，自然已是佛性。颇负国际盛誉的铃木大拙在对比禅与基督教之后，强调它们的一致性，认为二者都以达到“枯木死灰”的心理境地为目标[14]。本文以为，值得注意的倒是，禅在作为宗教经验的同时，又仍然保持了一种对生活、生命、生意等等的肯定兴趣。这一点与庄子相同；即使“形如槁木，心如死灰”，却又仍然具有生意，这恐怕就与其他宗教并不完全一样了。在禅宗公案中，用以比喻、暗示、寓意的种种自然事物及其情感内蕴，就并非都是枯冷、衰颓、寂灭

---

* 心理学家马斯洛（A.H. Moslow）曾提出非宗教性的“高峰体验”（Peak experience），但他最后把它归根在生物性的本源上。

的东西，相反，经常倒是花开草长，鸢飞鱼跃，活泼而富有生命的对象。它所诉诸人们感受的似乎是：你看那大自然！生命之树常青啊，你不要去干扰破坏它！充满禅意的著名日本俳句："晨光啊，牵牛花把井边小桶缠住了。我借水。"也如此。

由于不在世俗感性之外、之上去追求超越，而且不承认有这种超越，强调超越即在此感性之中，因之与追求鄙弃感性以求精神净化的一般宗教便有所不同。如前所述，它在客观上仍包含有对感性世界的肯定和对自然生命的欢欣，而这也正是审美感受不同于宗教经验之所在。这是相当奇怪的：否定生命厌弃世界的佛教最终变成了这种具有生意的禅果，并且通过诗歌、绘画等艺术王国给中国士大夫知识分子们增添了慰安、寄托和力量。而这，不正是中国化吗？

人们常把庄与禅密切联系起来，认为禅即庄。两者确乎有许多相通、相似以至相同处，如破对待、空物我、泯主客、齐死生、反认知、重解悟、亲自然、寻超脱……等等，特别是在艺术领域中，庄禅更常常浑然一体，难以区分。

尽管庄与禅有许多联系和相同之处，但二者又仍然有差别，这差别倒正好展示出中国思想善于在吸取和同化外来思想中获得丰富与发展。这些差异是，第一，庄子的破对待、齐死生等等，主要仍是相对主义的理性论证和思辨探讨。禅则完全强调通过直观领悟。禅竭力避开任何抽象性的论证，更不谈抽象的本体、道体，它只讲眼前的生活、境遇、风景、花、鸟、山、云……，这是一种非分析又非综合、非片断又非系统的飞跃性的直觉灵感。第二，庄所树立夸扬的是某种理想人格，即能作"逍遥游"的"圣人"、"真人"、"神人"，禅所强调的却是某种具有神秘经验性质的心灵体验。庄子和魏晋玄学在实质上仍

非常执着于生死，禅则以渗透生死关自许，于生死无所住心。所以前者（庄）重生，也不认世界为虚幻，只认为不要为种种有限的具体现实事物所束缚，必需超越它们，因之要求把个体提到与宇宙并生的人格高度。它在审美表现上，经常以气势胜，以拙大胜。后者（禅）视世界、物我均虚幻，包括整个宇宙以及这种“真人”、“至人”等理想人格也如同“干屎橛”一样，毫无价值，真实的存在只在于心灵的感觉中。它不重生亦不轻生，世界的任何事物对它既有意义也无意义，都可以无所谓。所以根本不必去强求什么超越，因为所谓超越本身也是荒谬的，无意义的。从而，它追求的便不是什么理想人格，而只是某种彻悟心境。庄子那里虽有这种“无所谓”的人生态度，但禅由于有瞬刻永恒感作为“悟解”的基础，便使这种人生态度、心灵境界比庄子更深刻也更突出。在审美表现上，禅以韵味胜，以精巧胜。

庄禅的相通是主要的。这表现了中国思想在吸取了外来许多东西之后，不但没有失去而且还进一步丰富发展了自己原有特色。在这个意义上，禅宗与儒家精神也大有关系。并且，随着历史推移，禅最终又回到和消失溶解在儒、道之中，这大概也就是中国禅与日本禅（由中国传去却突出地发展了，不再回归到儒、道）不同之处吧?!

铃木曾认为，禅之所以只能产生在中国，原因之一是因为中国传统重实践活动，不象印度古代只认精神高贵，不屑劳动操作，僧人必需由人供养；中国禅宗则强调自食其力，“担水砍柴”，从事农业生产，过普通的劳动生活。这点当然值得注意。但如果从思想上看，更根本的仍然是中国儒家传统精神的渗入。“天行健”、“生生之谓易”与禅的生意就有可以沟通之处。

"群籁虽参差，适我莫非新"，王羲之的这句诗在禅宗之前，然而它可以用来说禅，也可以用以说庄和易。庄、禅、易彼此可以相通而一致[15]。当然，话不能说过头，禅毕竟是一种宗教经验，它除了具有空幻感受外，总带有象征、神秘的成分，这是与易和庄不相同的。易是雄健刚强的运行不息；庄是大自然宏伟本身，都不需象征、神秘。但这里讲的主要是它们的共同处，且共同处是主要的，总结起来，如果用一句话说，这就是：无论易、庄、禅（或儒、道、禅），中国哲学的趋向和顶峰不是宗教，而是美学。中国哲学思想的道路不是由认识、道德到宗教，而是由它们到审美。"中国哲学所追求的人生最高境界，是审美的而非宗教的。……孔子最高理想是'吾与点也'，所以他说'逝者如斯夫，不舍昼夜'，对时间、人生、生命、存在有很大的执着和肯定，不在来世或天堂去追求不朽，不朽（永恒）即在此变易不居的人世中。慷慨成仁易，从容就义难。如果说前者是怀有某种激情的宗教式的殉难，固然也极不易；那末后者那样审美式的视死如归，按中国标准，就是更高一层的境界了"[16]。这种审美境界和审美式的人生态度区别于认识和思辨理性，也区别于事功、道德和实践理性，又不同于脱离感性世界的"绝对精神"（宗教）。它即世间而超世间，超感性却不离感性；它到达的制高点是乐观积极、并不神秘而与大自然相合一的愉快。这便是孔学、庄子与禅宗相互交通之处。

四

由上可见，本文之所以把庄、玄、禅并在一起作一种极为粗糙的轮廓述评，乃是基于这样一种认识，即认为它们三者的

某些共同点构成了整个中国传统思想一个有深远影响的方面。那么，它们到底给予了后代什么？在中国民族的文化一心理结构上，它们占处怎样的地位？

三十多年来，它们一直是激烈批判的对象。一连串的恶谥不断加在它们身上。庄子是"阿Q精神"、"滑头主义"、"混世哲学"、"宿命主义"、"悲观主义"、"虚无主义"。玄学是"享乐纵欲腐化生活的遮羞布"、"卑鄙而又虚伪"。禅宗更是"廉价的天堂门票的兜售者"和粗暴独断的主观唯心论、神秘主义、直觉主义，等等。

应该说，这些批判都有相当的道理，特别是从它们的阶级基础和社会作用说，这是不容忽视的消极方面。鲁迅写《起死》的专题小说激烈抨击了庄子，甚至在《阿Q正传》中，鲁迅也没忘记去讽刺那"人生天地间大约本来有时也未免要杀头的"这种庄子式的"泰然"、"超脱"。关于这个方面，因为已经有了不少论著，我于此既无异议，又无新意，不必重复多谈。剩下的问题就是，庄、玄、禅是否只有被抨击、打倒、舍弃的消极方面？它在中国历史上是否仅仅起了这方面的作用？也有人认为不是，并引列宁的话说，它们是哲学史上不结果实的花朵。意思是说其中还有可以吸取的东西。但是，这些东西到底是什么？却没有人作进一步的具体说明。

与讲修、齐、治、平的儒家不同，庄、禅基本上不是社会政治哲学，它们只是某种人格一心灵哲学。它们带给人们的虚无、消极、被动、苟安等等麻醉欺骗作用，直接诉之于心理结构和个体行为方式本身。而这，又主要通过士大夫知识分子的思想、行为和心理状态而弥漫和影响整个社会。下层劳动农民大抵与庄、禅并无多少真正的缘分。尽管禅在开宗时曾以能在

下层传教而有名。但它远不象日本的禅宗通过茶道、花道等形式深入到一般社会生活之中。庄和禅对中国民族的文化一心理结构的坏的和好的作用与影响都远不及儒家。它们只是作为儒家的某种对立的补充，通过知识层而在文化领域内（例如文学艺术领域）留下较突出的印痕。如果从这个领域和角度看，这种印痕却并不都是消极的。的确有消极的一面，例如它使士大夫麻醉在逃避现实的“超脱”中而失去奋争的勇气和意态，这确乎至今对知识分子也还有坏的影响。不过另一方面，由于对人生采取超脱的审美态度，由于对恶劣环境和腐朽政治采取不合作的态度，由于重视直观、感受、亲身体悟，等等，它们又常常使艺术大放光彩，使艺术家创作出许多或奇拙或优美或气势磅礴或意韵深永而名垂千古的作品来。至于禅之所以为现代西方某些学者们所注意和研究，则在于它在帮助人们反对高度异化的现代资本主义社会生活（如机械化、抽象化、知性化等等），摆脱人成为资本、商品的奴隶以及科技工艺的知性奴隶和消费色情等感性奴隶，使个体自我获得启悟、不被淹没等方面，能有一定启发的缘故。

庄玄禅正是在这个意义上可以陶冶、培育和丰富人的精神世界和心灵境界。它可以教人们去忘怀得失，摆脱利害，超越种种庸俗无聊的现实计较和生活束缚，或高举远慕，或怡然自适，与活泼流动盎然生意的大自然打成一片，从中获得生活的力量和生命的意趣。它可以替代宗教来作为心灵创伤、生活苦难的某种慰安和抚慰。这也就是中国历代士大夫知识分子在巨大失败或不幸之后并不真正毁灭自己或走进宗教，而更多是保全生命、坚持节操、隐逸遁世，而以山水自娱、洁身自好的道理。

今天更应注意的另一点是以庄禅为范例的直观思维方式。《庄子》是哲学，但它极少运用逻辑论证或形式推理以获取固定的结论。相反，它用多层形象的类比和寓意，只指示某种真理的方向。禅宗就更是这样了。与讲究分析、注重普遍、偏于抽象的思维方式不同，中国思维更着重于在特殊、具体的直观领悟中去把握真理。庄子与惠施的濠上辩论，前述禅宗的种种机锋，都显示它们讲求的是创造的直观，亦即在感受中领悟到某种宇宙的规律。这种思维认识方式具有审美积淀的特征，它是非概念非逻辑性的启示。例如在科学研究中有时便可以突然感受或领悟到某种普遍形式的客观规律性，如某种简单明洁的自然程序性的突然呈现……，这正是我们今天在美学上要深入探究的"以美启真"的问题。一些著名的物理学家常说，美感似乎在抽象的符号中指引他们；如果要在两种理论——一种更美些，一种则更符合实验——之间进行选择的话，那么他宁愿选择前者，等等，这些说法是值得重视的。它在冲破精确而僵硬的概念抽象，提供活泼的感性启示，使科学思维艺术化，简洁处理复杂图景或直观把握某种非概念语言所能传达的意蕴等等方面，都是值得研究的。禅的激烈机锋在打断钻牛角的逻辑束缚，否定认识和知识的固定化等方面，更有启发、震醒作用，它使人们在某种似乎是逻辑悖论或从一般知识或科学看来是荒谬和不可能的地方，注意有某种重要的真实性或可能性。而所有这些，又与中国从孔学开始重视心理整体（如情感原则），而不把思维仅当作推理机器的基本精神，是一脉相通的。即不只是依靠逻辑而是依靠整个心灵的各种功能去认识、发现、把握世界，其中特别重视个体性的独特体验与领悟（这与每个个体的先天素质、后天经验各不相同有关

系)。我以为这在今日的思维科学中有重要的借鉴意义。因为这种非分析非归纳的创造直观或形象思维正是人不同于计算机器,是人之所以能作真正科学发现的重要心理方式。

总之,无论庄、禅,都在即使厌弃否定现实世界而追求虚无寂灭之中,也依然透出了对人生、生命、自然、感性的情趣和肯定,并表现出直观领悟高于推理思维的特征,也许,这就是中国传统不同于西方(无论是希伯来的割裂灵肉,还是希腊的对立感性与理性)的重要之处?也许,在剔除了其中的糟粕之后,这就是中华民族将以它富有生命力的健康精神和聪明敏锐的优秀头脑对世界文化作出自已贡献时,也应该珍惜的一份传统遗产?先别忙于肯定或否定,想想,再想想。

[1] 李泽厚,《哲学研究》,4(1984)。

[2] 李泽厚,《中国社会科学》,2(1980)。

[3] 泰钟:《中国哲学史》,商务印书馆1929年版,第43页。

[4] 李泽厚、刘纲纪主编《中国美学史》第1卷,中国社会科学出版社1984年版。

[5] 李泽厚:《美的历程》,文物出版社1982年版,第89页。

[6] 汤用彤,《中国哲学史研究》,1(1981)38。

[7] 《王弼校释》,中华书局1980年版,第633页。

[8] 同[7],第624页。

[9] 同[7],第591页。

[10] 同[7],第640页。

[11] 同[5],第93页。

[12] 李泽厚,《哲学研究》,4(1984)。

[13] 范文澜:《唐代佛教》,人民出版社1979年版,第80页。

[14] W. Barrett 编《佛教禅宗:铃木大拙选集》,第199页。

[15] 李泽厚,《中国社会科学》,1(1982)。

[16] 李泽厚,《美学述林》,1(1983)27。

灵感发生论新探

刘 奎 林

在人类认识、征服和改造客观世界的漫长岁月里，随着大脑日益成为多结构、多层次、复杂而高级的思维器官，人的思维能力和思维形式也相应地得到了提高和发展。时至今日，人类的思维形式，不仅有为大家所知的抽象思维形式、形象思维形式，并且还有灵感思维形式。灵感思维，也是人类的一种基本思维形式。人们在日常生活中，认识、分析和处理问题，经常要运用灵感思维。特别是人类揭示大自然奥秘的每一项意义重大的科学突破、推动历史向前的重大技术发明、耐人寻味的文学艺术瑰宝，以及开拓宇观、探索微观领域的各种假说等等，都无不与灵感思维相关。因此，灵感思维已成为哲学、思维科学、心理学、美学、脑科学和人工智能等学科共同研究的对象。

人们对灵感这种奇妙精神现象的思考和追求由来已久。可以说，两千多年来，人们为揭示灵感之谜，在不停顿地探索着。灵感究竟是怎样发生的？它的本质是什么？对于这个尤为引人兴趣、而又十分重要的思维课题，各家一直众说纷纭，争论不休。本文拟从哲学和心理分析的角度，对于灵感的发生及其本质作一些探讨，以求教于国内、外的专家和学者。

一、灵感研究略考

关于灵感问题的研究，在人类历史的不同发展阶段，有过不同的认识。但长期以来，人们的目光愈发集中在一个焦点上：灵感究竟是怎样发生的？它的本质是什么？对于这个问题的回答各式各样，但基本上可以归纳为三种不同意见。

第一种意见可称为"神赐论"。灵感从何而来？"神赐论"认为，灵感是神赐给的。在人与神的交往中，由于超然之物凭附于人身上，并赐给人以神灵之气。这种"着魔于神的人"，当精神处于极度迷狂时，怪怪奇奇，莫可名状的灵感便倏忽而来，最有代表性的是柏拉图的迷狂说。据考在古希腊时代的特尔斐城，传达神谕的巫师常常陶醉于一种由地下小洞里冒出来的雾状气体。因而，来源于古希腊神话的，当今称之为"灵感"(inspiration)一词，它的原意就是指通神，或吸入了神赐的灵气。大约在公元前五世纪末，朴素的唯物主义哲学家德谟克利特首先使用"灵感"概念时，他并没有忌讳它的原意。所以，柏拉图对灵感理论大加发挥时，不仅和德谟克利特一样，将灵感说只局限于诗(即文学、艺术)苑，而且还将他的灵感论完全建立在"神 赐"的性质上，并以什么"诗人的疯狂"、"神性的着魔"作为迷狂说的中枢。对此，英国著名美学家赫罗特·奥斯本曾论断说："据说德谟克利特断言：诗人只有处在一种可说是狂乱的心情或狂热的激情这样的特殊精神状态下，才会有成功的作品。这种情绪上昂然自得的特殊精神状态被认为就是一种疯狂，并且在习惯上总是把它看作是与一个人在控制着他的全部机能时的那种正常状态相对立的。柏

拉图接受了这种诗人必须迷狂的理论，并且还为它增添了一种着魔状态的超自然的学说。"[1]所以，在柏拉图看来，诗人在世人迷狂状态时，才能做诗。而这种迷狂是由诗神凭附而来的，诗人只有受到神示才能进入那样一种兴高采烈、神飞色舞的极度迷狂境域，才能代表神说话，并做出各种歌古颂今的杰作。倘若没有这种诗神的迷狂，无论是谁想去敲诗歌的门，或单凭艺术想成为诗人，都是妄然！类似这种迷狂说，在中国古代也有。《大英百科全书》在灵感的条目下，一开始就指出："中国那些被称为'巫'的宗教祭师，自称能够通神或把灵气吸入自己身体里面，因此能作出一些预言。"的确，在古代的中国将灵感说得玄而又玄、神乎其神的亦不乏其人。王夫之有"神理凑合时，自然拾得"，"以神理相取，在远近之间，才著手便煞，一放手又飘忽去"之说，更有李渔所言："千古奇奇，非人为之，神为之，鬼为之也，人则鬼神所附者也。"这和柏拉图在《伊安》篇所云："对，苏格拉底，我确实觉得你是对的。你的话感动我灵魂，而且我也已经被说服了：有本事的诗人总是通过一种神赐的灵感把神的一些话解释给我们听。"以上这些话如出一辙，都主张"神非学所能致也，心通乎神者能之"。将倏忽而来，瞬息即逝的灵感现象，看成是游离了一切的东西，成为超然之物，成为神赐之物了。

第二种意见可称为"不可知论"。灵感是怎样发生的？"不可知论"认为，灵感恍惚莫测，是一种只可意会不可言传的奇妙精神现象。灵感的闪现，扑朔迷离，实难追索，面对这种似乎神秘而又奇妙的现象，人们表现了极大的困惑和迷茫。一些文学艺术家们，力图从自身的创作经验中，寻找灵感发生的奥秘，这种由"神"向"人"的转变灵感论，虽未脱唯心主义藩

篱，却也是灵感学说史上的一大进步。他们对灵感的发生都作过精微的描绘，但在揭示灵感发生的本质时，又都认为这一切仿佛是不可知的，也是人的自身能力所不及的。陆机是我国魏晋南北朝时代的著名文学批评家，在他的号称我国古代文学理论批评史上第一部系统而完整的文论专著——《文赋》中，对灵感（感兴）现象就有十分精彩的论述。陆机从自身的创作实践中，深刻地认识到了灵感现象的真实存在。“若夫应感之会，通塞之纪，来不可遏，去不可止”。这时，思如风发，言若泉涌，摇笔挥洒，骏利无状。真是快不可言，妙不可言，而灵感一旦即逝，又立刻出现“六情底滞，志往神留，兀若枯木，豁若涸流”的状况，真乃笑也不可，哭也不可。由于陆机没有从理性上给灵感现象以正确地解释，到头来又给灵感披上了一层层不可知论的迷雾。“虽兹物之在我，非余力之所戮。故时抚空怀而自惋，吾未识夫开塞之所由也。”陆机的不可知论灵感说，在中国古代文论和美学中颇有影响。西方十八世纪曾盛行一时的天才灵感论，他们虽然想从主体的内部去寻求天才和灵感发生的基因，但并不想诉诸于神启。但是他们过分地强调了天赋之才对艺术灵感的决定作用，完全忽视灵感来自生活，来自勤奋等因素，又深深陷入不可知论的泥潭。更有甚者，有的浪漫主义者又走向了“天才类似疯狂”的迷宫。十八世纪浪漫主义风靡文坛时的天才灵感论，一方面由于它促进了西方传统灵感论由“神”向“人”的转变，这是历史的进步；另一方面由于它以康德的天才和独创的理论为基调，片面认为灵感是天才人物的一种得天独厚的素质自然流露，从而又为“灵感”披上了光怪陆离的不可知论的神秘外衣。

第三种意见可称为“客观描述论”。关于灵感的本质，“客

观描述论”认为，灵感是人类创造活动中的一种复杂的精神现象。随着科学的发展，人们逐步认识到，灵感来源于人们知识和经验的沉积，启迪于意外客观信息的激发，得益于探新和独创智慧的闪光。“众里寻它千百度，蓦然回首，那人却在，灯火阑珊处”。亘古以来，有多少诗歌、文学、戏剧、音乐、舞蹈、绘画、雕塑、电影的创作大师，有多少科学家、哲学家、社会活动家，在“用笔不灵看燕舞，行文无序赏花开”的一瞬间，由于灵感的突然光顾，产生了全新的思想理论、全新的发明创造和全新的科学决策，一举登上人生事业的高峰。这就是灵感之光闪烁千年不衰，并历来承受着各国大文学家、大哲学家和大思想家的青睐的原因所在。古往今来，很多学者都从不同角度对灵感发生论作过身临其境的真实写照和维肖维妙的描述。其中，在灵感认识史上，我国古代刘勰的《文心雕龙》，可称之为全面描述灵感现象的瑰宝。灵感从何而来？从表面上看似乎玄奥，不可捉摸，但由于灵感是人类社会实践的结果，它就必然有其规律可循，当然是可以被认识的。刘勰就是依此为据，抛弃了陆机的神秘观，不象陆机那样一味“时抚空怀”，叹其“未识夫开塞之所由”，而是从客观出发，认为灵感来源于“积学以储宝，酌理以富才，研阅以穷照”。即灵感来源于知识的积累，来源于火热的生活。同时，从主观方面来探索，刘勰则认为“人之禀才，迟速异分”。他认为灵感思维与人们先天之禀赋是不能截然分开的，这是一种很有价值的科学预见。在谈到灵感特征时，刘勰在《物色》篇中讲到，“然物有恒姿，而思无定检，或率尔造极，或精思愈疏。”灵感这种“来不可遏，去不可止”的身不由主的突发性与偶然性，正是灵感现象的重要特征。在揭示灵感特征时，刘勰对灵感袭来时，人的那种“万涂竞

萌"的激烈情绪，以及灵感出现后具有的那种高效能的创造价值，都作了深刻地探讨。刘勰在《神思篇》中说："夫神思方运，万涂竞萌，……登山则情满于山，观海则意溢于海，我才之多少，将与风云而并驱矣。"这种强烈的"满山"、"溢海"之情，"与风云而并驱"的攀登之志，正是伴随灵感光临的心理特征。如何求得灵感，只能靠"天机自动，天籁自鸣"吗？不是。刘勰认为一要靠"虚静"，即"是以陶钧文思，贵在虚静。疏瀹五藏，澡雪精神"（《神思篇》）；二要靠"养气"，即"夫耳目鼻口，生之役也，心虑言辞，神之用也。率志委和，则理融而情畅。钻砺过分，则神疲而气衰，此性情之数也"（《养气篇》）。这些见解均可谓是刘勰的精辟的独创之说，对于进一步研究灵感说，不能不是一种有益的借鉴。

对灵感的研究史告诉我们，围绕着灵感发生的本质，有两种对立的灵感观。前面提到的"神赐论"、"不可知论"，皆守于唯心主义灵感论。唯物主义者首先认定灵感是客观存在的一种精神状态。它同一切意识形态的精神现象一样，都是物质的客观世界在人们头脑里的反映。然后，以灵感是人脑的直接产物出发，紧紧抓住了灵感的发生与主体的关系，结合自身的创造体验，对灵感的发生发展以及在科学创造中的作用，进行了客观的、细致的、深刻的描述。以往的"客观描述论"，虽然没有彻底揭开灵感的谜底，但对进一步研究灵感是极可贵的启发，具有重要的科学价值。

综合前人的研究，我认为，灵感的研究所以进程缓慢，除了受科学研究的水平限制，特别是受生命科学、大脑科学研究的限制外，主要有以下两点：其一，探索灵感本质的人们，没有将智慧的目光，由文学艺术领域扩大到整个科学技术领域，以

及人类各种认识领域，仍囿于文学艺术创作之中；其二，灵感事实上与潜意识有关。在本世纪初，西方有许多学者，受日益增长的弗洛伊德学说和精神分析学派的强大影响，以潜意识理论为依据，来研究灵感现象，逐渐成为二十世纪内最有特色的灵感学说，成为西方灵感史的一个重要发展时期。但是，研究者们的天才头脑又很快陷入“潜意识”的迷宫，并受弗洛伊德的追随者们随意夸大潜意识的作用的鼓动，使已对好方位的罗盘指针又偏动了。这就是灵感研究史上的“迷途不知返，情愿二进宫”。

近年来，英国著名美学家赫罗特·奥斯本对灵感的研究应引起重视。他在《英国美学杂志》1977年夏季号的那篇《论灵感》，是近些年来西方研究灵感论的专著，也是他的灵感观的代表作。其贡献归纳起来，有这样三个方面：第一，他精辟地总结了西方有关灵感研究的发展史，不仅考查灵感概念初始产生的渊源，而且理清了灵感研究的历史递嬗的流向；第二，他发现了灵感的发生与“潜意识”有密切关系；第三，他为新的灵感理论，设计了验证的标准。他认为，任何站得住脚的艺术灵感理论都必须能够解释下列经验事实：1.“艺术家在艺术创造中是某种来自他们自身之外的信息或启示的领受者，或者处在某种外部的强制或指导之下。”这种偶然受到自身之外信息的启迪，身不由主地获得灵感，可称之为灵感的突发性特征。2.“艺术作品不是通过遵循某一组规律就能创造出来的，它们也不仅仅是某些可以传授的技巧的产物。在任何艺术作品中都有某种独特的东西”。具有独特风格的作品，往往是由于这种不遵循某种规律的灵感迸发的产物，这就是灵感状态下的独创性特征。3.“对于一件被列为优美的艺术品或具有审美

价值的作品所具备的那些特征，甚至连艺术家本人也不能用语言加以清楚地说明”。这就是灵感发生及其产生的成果，常常是连创造者本人都难以言传之处，可称为灵感的模糊性特征。对于以上三点经验事实，都切中了灵感现象的要害，可以说是灵感的主要特征。任何灵感理论不能完满解释上述经验事实，都不会被人们所公认，更不会成为科学的理论。奥斯本先生的《论灵感》虽然从总的方面来说，属于唯心主义之列，然而他的三个方面的新贡献，却有助于启发后人的研究。

对灵感的研究，在我国曾一度被列为“禁区”。1980年7月，我国著名科学家钱学森在《关于形象思维问题的一封信》[2]中明确指出，“灵感”在创造性思维中是“不同于形象思维和抽象思维的思维形式”。他第一次鲜明地把灵感现象作为人类的一种基本思维形式提出来了[3]。接着，在1981年初，钱学森教授再次提议，把灵感思维学同抽象思维学、形象思维学并列，共同作为思维科学的基础科学。他说：“灵感是又一种人可以控制的大脑活动，又一种思维，也是有规律的，我们也要研究它，要创立一门‘灵感学’”[4]。1983年，钱学森教授又在《关于思维科学》[5]的重要论文中，兴致勃勃地倡议设立“思维科学院”。

继钱学森教授在八十年代初倡导研究人的思维规律，建议创立思维科学之后，美国著名心理学家西蒙等人提出要建立探索人类精神世界的科学——认知科学。一个在东方称作思维科学，一个在西方叫作认知科学，它们都是以“内部宇宙——那装有词汇和想象力的人类的思想宇宙”为研究对象的。东西方的学者几乎同时把科学研究的目光集中在类似的研究方向上，是很不寻常的。科学史告诉我们，科学研究中的这种

惊人的相似，意味着科学将面临突破和成功。是的！人类思维进行自我认识的时候来到了。

钱学森教授还就如何揭示灵感发生的本质，指出了两条科学的途径："一条途径是比较古老的，可以称之心理学的方法"，"又一条途径是微观的方法"，即现代脑科学的方法，在脑细胞和分子水平上揭开灵感发生的奥秘[6]。如果说钱学森教授的科学卓见为攀登灵感高峰指明了方向，那么他提出的正确途径便是打开灵感秘密的钥匙。但是，所有这一切并不能代替研究者披荆斩棘地去揭示灵感之谜，还要我们追寻历史和逻辑的足迹，走一段漫长的求索之路。

二、灵感的本质

恩格斯指出："只要自然科学在思维着，它的发展形式就是假说。"[7]根据观察和发现——提出科学假说——通过实验或实践的检验与修正——形成新的理论……这就是科学探索之路。为揭示灵感这种似乎神秘而又奇妙现象的真髓，我曾在拙作《灵感思维与科学发现》一文中尝试性地提出一个解释和说明灵感思维本质的假说，即意识（显意识）和潜意识相互作用的理论，其内容是：

意识、潜意识都是主体对客体的反映，是人脑这块特殊复杂物质的机能；

意识、潜意识是人脑对客观世界反映的不同层次。可以驱使肢体并直接接受人体各部信息的为意识（或称显意识），一般说来不能驱使肢体，但可以间接接受人体各部位信息的为潜意识；

意识和潜意识是相互作用的。

现在，为了在能动的反映论的基础上揭示灵感的本质，有必要对意识（显意识）和潜意识相互作用的理论作进一步地阐述和深化。

1. 潜意识

意识同意识（显意识）一样，也是主体对客体的反映。它既不是人脑中固有的，也不是没有客观来源的，而是大脑这块特殊复杂物质的机能，是以一定的客体为对象的。所以，所谓潜意识就是未显现的意识，是人脑不可缺少的潜在的反映形式，是主体对客体信息的前控制及内部体验的统一。可见，人的意识活动绝不是单一的孤立的反映活动，而是一种综合性的复杂的反映过程。它除了具有显现的、自觉的、随意的和可控制的显意识反映形式而外，还有一种潜在的、非自觉的、不随意的和前控制的潜意识反映形式。如睡眠、作梦、梦游、呓语，以及无意感知、无意识记、无意注意、无意防犯、无意体验等等。

现代心理学实验通过关于脑对于阈下的各种不同的潜意识（无意识）信息的电反应（诱发电位）的测定表明，人脑中的潜意识活动是客观存在的。人们可以在潜意识水平上处理所见到的形象并理解之。它能阻滞来自客观的大多数刺激，而让少数几种有选择的刺激信息通向显意识。显然，潜意识在接收、加工、储存、处理信息上，在活动方式和功能上都存有区别于显意识的个性特征：

——曾经是显意识活动，由于不断重复而凝固化、记忆化和自动化了，并日益转化为潜意识；

——潜意识一般说来不能驱使肢体，但可以间接接受人体各部信息；

——当潜意识感觉的总和使潜意识活动接近于阈限，或偶然受某一相关信号的诱导，就可能使潜意识活动跃入显意识过程；

——潜意识推论不是以“概念”、“形象”进行逻辑推理，而是以“知觉信息”进行非逻辑程序的推论；

——浩如烟海的信息，大都经过潜意识功能的筛选，才使少数信息进入显意识；

——潜意识和显意识之间是一种在信息交换上的“潜式”与“显式”、在推论上的“逻辑”与“非逻辑”、在思维过程中的“渐进性”与“突发性”的辩证统一；

——从意识发生的历史过程看，潜意识先于显意识，显意识停止，潜意识更加活跃，潜意识活动区域多居于同知觉和空间相关的“沉默”的右半球，因此右半球开拓得好，人会更聪明些。

2．潜意识推论

潜意识推论，是未被意识的一种特殊推论。可能是人脑内在将知觉信息与过去经验信息加以辨识、匹配、映射的同构活动中，又有受该信息刺激而重新建构的一套理性功能结构相契合所进行的整合推论。

潜意识推论过程，是一种多因素、多结构、多层次、多功能的系统整合过程。这种整合过程，是信息同构与相关理性功能结构的建构间的相互作用、相互制约的辩证发展过程。

信息同构，是输入的知觉客体信息与已存储的经验信息间的一种拓扑映射。主体要反映客体，必须要有从客体发出的并能传递到主体的信息为中介。一般说来，人的大脑首先是把所知觉到的客观对象信息分成两个信息域，即知觉对象

信息域和知觉对象外的背景信息域。然后，潜意识中的多个"自我"，按照某一拓扑映射，即按照思考的指令性课题，进行新旧信息同构活动。这种信息同构，具有整合相关信息的性质。通过信息同构，可以把相关信息或者整合推论出一种简单的可能的良好图形，或者整合推论出一种可望的新信息。至于是否满意某种新结果，将有待潜意识推论结果输送给显意识后才可确认。这种信息同构活动，是很复杂的活动。往往不被人们所知晓，它自行加工，不知反复多少次才会成功。

人脑中的信息同构过程，有时也不完全依赖于客观对象信息，主观因素也常常影响和干涉着这种同构活动。换言之，信息同构即依据知觉对象信息和过去经验信息间的映射，又受人的主观因素干涉。实践证明，由于个人的先验因素、思维定势和个人期望等主观因素的强弱程度不同，潜意识推论的最终结果也不尽一致。如果先验因素过强，或旧的思维定势束缚严重，就不容易推论出"良好图形"或"新信息"。如果输入信息和已有信息准全，个人期望强烈，不仅会使人们对客观对象的知觉速度加快，而且还易于实现所期望的满意目标。

信息同构与脑神经系统功能结构的建构，是潜意识推理中不可缺少的两个重要方面。脑神经系统功能结构的建构，是受多种因素制约的，但它作为信息同构活动的物质基础，自然同接受、储存和加工信息相关。人体科学日益发展所获得的越来越多的科学资料表明，人体感觉器官的众多细胞是对应于各种信息而各司其职的，这就使知觉对客体信息的发出与接收成为现实。客体信息在作用于主体的内外感官之后，又以强弱程度不同的电流刺激着脑细胞的大分子。由于神经细胞的电位变化、化学物质的变化，使引起神经系统功能结构的

变化。很可能脑细胞的某一个分子就与某一种信息产生暂时或固定的联系，成为某一信息的真实载体和确定符号。因而，在信息同构活动中，通过新旧信息的辨识、匹配、映射等，无一不驱动脑细胞大分子功能结构的变化。信息同构与脑神经系统功能结构的建构，虽然不是同步进行的，也并非是等同的，但在潜意识推论过程中，二者是密不可分的。可以说，它们是共建于将信息形式转化为精神产品存在形式的创造之中的。

有意识推理和潜意识推论，是人类意识活动的两种不同方式。潜意识推论活动也并不是没有动机的活动，而是主观和客观把动机隐藏起来的活动。事实上，潜意识推论活动既反映了社会的客观的意义，又反映了个人的主观意义。所不同的是，潜意识推论不象有意识推理那样自觉意识强，清晰、鲜明地以"形象"X"概念"进行分析、归纳、演绎等逻辑推理。它是由多个"自我"，默默地对新输入的知觉信息、过去的经验信息进行综合性的整合加工。同时，又有与信息整合相关的大脑生理构型和功能相配合。于是，就构成了三维的结构形式。因此，潜意识推论是一种理性的、非归纳、非演绎的非逻辑推论。

3．灵感——显意识与潜意识通融交互的结晶

著名科学家爱因斯坦对灵感极为钟爱。他依据自己亲身的科学创造实践，得出结论："我相信直觉和灵感"。他还一再强调，在科学发明创造过程中，从科学观察和实验到一种新颖见解的脱出之间，没有"逻辑的桥梁"，必须诉诸于直觉和灵感。对于这种现代的科学见解，当代西方享有盛名的科学哲学家波普尔曾指出："人怎么产生一个新思想——无论是一个音乐题材、一个戏剧冲突，还是一个科学理论——这个问题，

可能对经验心理学具有重大意义，但是它同科学知识的逻辑分析毫不相干。”波普尔的观点被认为是对以爱因斯坦为代表的现代科学方法论思想的哲学总结。

勿needs赘述，人类对逻辑思维的研究已经有很长久的历史了。从公元前五世纪，我国先秦的墨子为代表的墨家创立的形式逻辑体系——墨辩；公元前四世纪古希腊的亚里士多德创立的形式逻辑，到今天发展起来的数理逻辑、模糊逻辑，辩证逻辑阶段，已历经两千余载。

相比之下，人们对屡见不鲜的非逻辑思维现象，诸如：幻想、想象、直感、直觉、灵感等的求索，则可谓相形见绌了。然而，古往今来，追踪这类思维现象的脚步，从来也没有停顿过。

现代脑科学的新成就，为研究意识的总体活动规律提供了科学依据。美国著名神经心理学家斯佩里关于“裂脑”研究的最新结论告诉我们，大脑两半球既有各司其职的分工，又有通过“联络脑”的相互作用。左半球同抽象思维、象征性关系和对细节的逻辑分析有关。右半球的语言、计算和书写功能虽不及左半球，但高级的功能，例如认识空间和识别三维图象的功能等，却在右半球。这正表明潜意识功能主要集中在右半球，显意识功能主要表现在左半球。二者通过“联络脑”相互作用，实现功能互补和协作。当代著名神经心理学家艾克尔斯与科学哲学家波普尔在1977年合著的《自我及其大脑》一书中，提出了脑与“自我意识精神”相互作用的观点，并指出“自我意识精神”在与脑发生作用的过程中发挥着决定和控制大脑运动的作用。虽然艾克尔斯将“自我意识精神”看作一个“独立实体”是错误的，但他认为意识与大脑、意识与意识之间的相互影响、相互作用的观点是有价值的。正因如此，他主张对

人的意识现象，同外部世界一样，原则上都能成为科学研究的对象。另外，还有一些关于神经心理学、脑生化基础、脑电波图，以及实验心理学等方面最新进展，都充分说明了人脑不是一个封闭的系统，而是一个多层次、多结构、多功能的复杂开放系统。形容人脑是“小宇宙”，并不过分。意识是一个空间——时间——质量——能量的多元综合体，是大脑最高层次的整合的功能。大脑的神经事件，基本粒子、原子、分子、细胞、粒状体、大脑皮层等都是意识的必要条件，意识功能就是大脑这个“小宇宙”中的生物、化学、物理功能的相互转化、相互作用的结果。由此可见，意识活动规律是外部世界与大脑、大脑与意识、各部位组织之间的系统发展所决定的。

灵感，既不是从天而降，鬼使神差；也不是无源之水，无本之木。灵感虽蕴育在潜意识之中，但它从起始到发生，又离不开显意识活动的参与。因此，灵感思维的发生，是显意识和潜意识相互通融、交互作用的结果。

潜意识活动作为人脑整体功能的一部分，它也是一个开放的、不断增殖的、自我控制的巨大信息处理系统。所谓具有特定内容的灵感发生，首先是显意识将所追索的课题作为“指令性信息”输送给潜意识后才开始的。这是灵感发生的前提，潜意识推论活动就是围绕着这条“主线”进行的。这种“指令性信息”，不管它是以光子、分子、声波、压力、温度等形式出现，还是以形象、语言、概念出现，都一律编译成生物电流的脉冲信号，通过神经纤维传给右脑的，一般说来，显意识发出的“指令性信息”，传给潜意识后，由于自我意识的强烈要求，使所形成的电脉冲信号的时空分布往往呈现“光亮”信息，进而促使新输入知觉信息与已有经验知觉信息的同构活动加快，也使

右脑神经网络重组建构更加配合默契，从而得到潜意识推论后“新信息”，或“良好图形”。这种整合后的结果，又反馈到显意识。显意识对反馈信息常以抽象思维、形象思维等形式进行综合分析。鉴别后如不符要求，则又以新的“指令性信息”输送给潜意识，如此往复多次，一旦合目的推论结果涌向显意识，便会获得顿时出现满目皆春的无限喜悦之情，表明灵感迸发了。

灵感思维作为人类的一种基本思维形式，同抽象思维、形象思维一样，都属于人脑这块特殊物质的高级反映形式。灵感思维的发生也有一个过程，只不过不在意识（显意识）范围之内，而在显意识范围之外，在潜意识；潜意识蕴育灵感时，除靠潜意识推论，还常有显意识功能通融合作，当蕴育成熟，即突然沟通，涌现于显意识，成为灵感思维。

4．研究显意识和潜意识相互作用理论的意义

电子计算机的出现，冲破了人类大脑思维器官生理局限性，人类大脑的延伸有了根本性的突破，为人类扩大新的认识领域提供了强有力的认识工具。然而，如何使电子计算机功能更接近人脑的思维功能呢？“显意识和潜意识相互作用理论”，似可给人们带来一些新的启示。

第一，模拟人脑思维是项系统工程。人脑思维活动是十分复杂的。潜意识推论的规律表明，思维活动除在大脑内进行新旧信息加工活动，还有一个大脑内有机物质的“建构”活动。这正是人工智能模拟工程的难点。如果人们的思考还是停留在巴甫洛夫的条件反射学说基础上，局限在感受器——传入神经纤维——神经中枢——传出神经纤维——效应器，或者信息输入——信息加工——信息输出——信息反馈等模

式中，那只能在“电脑”和人脑竞争的时代惘然若失。事实上，智能模拟只有作为多学科的共同课题，使之在信息论、控制论、系统论、微电子学、仿生学、脑解剖学、脑生理学、脑神经学、心理学、思维科学等多学科的共同孕育下，才可能向前发展。而且，要基于多途径攻关，如生理学途径，采用生物学、仿生学的方法，直接模拟人的感官和人脑的结构与机能；心理学途径，采用实验心理学、认知心理学方法，对人的思维心理活动进行模拟，作出心理模型供智能机模拟；工程技术途径，采用“软件”更新方法，对图象物景的识别、声音识别、自然语言理解、学习、决策等智能行为进行模拟，以此实现智能机功能更接近人脑功能；思维科学途径，采用各种思维方式，如：抽象思维、形象思维、灵感思维、特异思维等，在揭示各自规律基础上进行模拟。只有这样，才能在多学科、多途径、多层次的基础上，将研制智能机的工艺技术，人脑思维规律，脑神经物质的遗传工程、信息控制方法等一并纳入智能模拟的系统工程轨道。

第二，模拟人脑思维的非逻辑推论是当代的重要课题。潜意识推论的规律表明，人脑的思维运动，既包含着思维的逻辑推理功能，又包含着思维的非逻辑推论功能。电子计算机从第一代到今天正在研制第五代的历史告诉人们，它的最大功绩在于使人类思维的逻辑推理发展到了自动化的新阶段。电子计算机在计算量、计算速度和信息贮存、信息处理方面的能力，从根本上突破了人脑生理机制的局限，使人脑的逻辑思维能力提到了高速化、巨量化、精确化和自动化的新阶段。但是，到目前为止，人工智能模拟人的思维仅限于形式逻辑范围，对辩证逻辑尚不能模拟，难点就在于辩证逻辑还不能形式

化，符号化，至于非逻辑思维的模拟就更谈不到了。然而，要研制接近人脑思维的“电脑”，就必须在模拟人脑的非逻辑思维上实现突破。这种思想的实现，可能要经过形式逻辑模型——模糊逻辑模型——拓扑模型阶段，最后这种高超智能机将是由逻辑程序和非逻辑程序组成的统一体。其中，既包括机械的、物理的、电子的运动，又包括化学运动。这就是恩格斯所预言的“终有一天我们可以用实验的方法把思维‘归结’为脑子中的分子的和化学的运动”[8]。

第三，模拟人脑思维的关键在于研制有机体的信息载体。人脑思维过程的信息处理，伴随着脑神经系统功能结构的“建构”活动。现代分子遗传学、脑神经生理学取得引入注目的进展，现在知道一个基因是细胞内一个非常长的DNA分子片段，在其结构中贮存着有机体的遗传信息。沿DNA双螺旋结构每一股上四种核苷酸碱基的排列顺序代表一线性密码，密码中的信息控制特异蛋白质的合成。脑肌体的发育也是依靠肌体制造的特异的蛋白质。在蛋白质合成时，由密码子顺序规定的氨基酸循着基因一个一个地加到不断增长的链上去。一旦蛋白质被装配起来，它自发地采取特定三维形式，发挥某种生物功能的作用。正因为人脑神经系统具有依据信息不同发生“建构”活动，所以，要使“电脑”更接近人脑功能，关键是制出类似脑神经细胞功能的生物的信息载体。近年出现的分子生物计算机，就是因有了生物芯片，现在正从平面式生物芯片向立体式生物芯片飞跃，这一巨大成功告诉我们，有机信息载体研制成功之时，便是模拟人脑思维胜利之日。

在这里，我们遇到了一个不可回避的问题，是显意识和潜意识相互交融而产生的灵感思维在认识过程中的地位和作用

问题。它是感性认识还是理性认识？或者是二者兼而有之？对此，国内外一直有两种不同的见解：一种古老的传统式见解认为，灵感同直觉一样都属于人脑高级神经活动中的第一信号系统，即认识的感性阶段。另一种见解则认为，灵感与直觉既有密切联系又相互区别，但它们都属于理性认识。直觉发生同灵感的蕴育过程不同，直觉虽然有时表现为下意识水平，但主要表现为综合运用经验知觉信息的意识活动。直觉作为表达人们认识的方式，一般说不以形式逻辑为支柱，可却往往借助形象思维和灵感思维(非逻辑思维)，实现其对问题的直接了当的瞬间的快速抉择。灵感和直觉的共同功能是在科学认识中以提供人们新概念、新理论和新思想而著称。正是在这个意义上，我们现在才理直气壮地将客观存在着的非逻辑思维纳入理性认识。因为，人的非逻辑思维形式的产生，首先是以事物间的非线性关系为客观依据的。认识客体是供主体可呈现的材料，主体这种使自然客体得以呈现的能力和式样，正是自然所赋予的。人类的感官并不能打开大自然的所有窗户，也不可能同自然的所有属性一一对应。可是，人类的认识能力提高，认识方式改变，却总是同人们揭示自然的新事实和新规律相关。任何事物间的联系，除有其明显的线性关系和线性功能，还有更为深刻的非线性关系和非线性功能。人的非逻辑思维形式，就是在揭示自然事物间的这种非线性关系的漫长路途中形成的。其次，现代心理学研究成果表明，人的认识是主体和客体相互作用的产物。人的感觉、知觉、表象都是由外界物理刺激所决定的，但都不与刺激呈线性关系($E \neq KS$)，而多呈现其更为复杂的非线性关系。即是说，思维过程是人脑对外界输入信息的主观加工过程。对

于外界信息的输入经常受到刺激量、作用时间、要求程度、准备状态等多种影响，在主体加工信息时又受“多个自我”、感觉经验、思想情绪、思维定势等诸因素制约。因此，人的整个思维过程是线性的和非线性的，逻辑的和非逻辑的辩证统一过程。瑞士心理学家皮亚杰认为，人的认识是一种内化了的活动，人是在对客体的作用和改造过程中去认识客体的，人的认识是在这种积极的活动中形成的。皮亚杰不同意“刺激→反应”公式，他认为应将“刺激→反应”公式改写成“刺激→(AT)→反应”。皮亚杰将图式对刺激的吸收、过滤、筛选作用称为“同化”，将图式在刺激下的改变称为“顺应”，主体对客体的作用是同化，客体对主体的作用是顺应。同化与顺应总是同时发生，不可分割。皮亚杰将这种图式由低级到高级的发展称为“建构”。并认为，客体首先只是通过主体的活动才被认识的，因此客体本身是被主体建构的。因为这个缘故，客体就具有永远被接近，但又永远不能达到的极限的性质[9]。

综上所述，如果说形式逻辑是严格遵循推理程序的连续性思维方式，那么，象灵感这种非逻辑思维方式，则是一种跨越推理程序的不连续的思维，因为，灵感思维具有跃迁性。这种跃迁性，表现在认识客体、认识主体和认识中介——信息这认识的三维结构的链锁反应之中。“飞跃”这个错综复杂、变幻奇妙的课题，历来为哲学家们所追踪，从感性认识上升到理性认识是通过飞跃来实现的，质变的实现也离不开飞跃。但是，对于飞跃的机制是什么？却一直处于朦胧之中。我们认为，灵感、直觉、想象、幻想等非逻辑思维现象，都是“飞跃”的组成部分，而且还是高级的、关键的理性飞跃形式。任何认识过程，如果离开具体的非逻辑思维形式，都难以获得创新和

突破。随着现代科学的发展，人们将越来越深刻地认识到这一点。

三、灵感的特征

宇宙事物皆取一定形式，没有思维形式的思维，是根本不存在的。既然世界是多样性的统一，反映其本质的途径和形式也必然是多样的。抽象思维、形象思维、灵感思维这三种思维形式，是从不同侧面反映事物本质的。一般说来，抽象思维发生在显意识，借助于概念实施严格的逻辑推理，从某一前提出发，一步接一步地推论下去，直至得到结论。整个推理过程表现为线性的，一维的。形象思维主要发生在显意识，也时有潜意识参与活动。形象思维，是用形象来思考和表述的。形象思维发生过程，既离不开灵感、直觉、想象等非逻辑思维的启迪，也少不了按照相似律、对照律等方法的推论，比抽象思维发生过程复杂了，是面型的，二维的。灵感思维主要发生在潜意识，是显意识和潜意识相互交融的结果。灵感的蕴育过程，表现为知觉经验信息、新鲜的课题信息、脑高级神经系统的"建构"活动这三个方面综合进行的拓扑同构而形成的。灵感思维，是非线性的，三维的。因而，灵感思维有着抽象思维、形象思维所不具有的特征。对于灵感思维特征的解释，是检验揭示灵感本质的"显意识和潜意识相互作用理论"的客观标准。下面，我们就用灵感理论来分析灵感的特征。

1．突发性。在出其不意的刹那间，如散步、闲谈、赏花、观光……，在触景生情中，冥思苦想的问题突然得到解决，这便是灵感的突发性。这是从灵感思维发生的时间和表现的状态

来说的。正象费尔巴哈所指出的那样："热情和灵感是不为意志所右左的，是不由钟点来调节的，是不会依照预定的日子和钟点迸发出来的。"灵感的突发性，从时间上看，是指它突如其来；从灵感产生的效果看，是意想不到，感到突然。但这都与潜意识推论有关，潜意识推论是一种信息同构和脑神经系统功能结构的建构的整合式推论。这种推论结果从"潜式"到"显式"，是一种信息跃迁现象。这种潜思维活动，实质是信源和信宿之间发生精约同构关系，就是指两件事物在深层内容（信息真髓）构造上有某种少而精的共同性，以此为基础呈现的信息真髓跃迁现象，是同潜意识和显意识交融过程中而显现的脑电能量的跃迁现象协同进行的。

2．偶然性。从空间来看，灵感受什么东西启迪而一触迸发，且来去又那么"短暂"，这都令人难以寻觅，带有很大的偶然性。马卡连柯同客人的谈话中偶然受到启发，使他顿开茅塞，马上开始写作《教育诗》；列夫·托尔斯泰正愁《安娜·卡列尼娜》如何开头时，偶然间受普希金的《别尔金小说集》后面一段的第一句启示，便以"奥布浪斯基家里一切都乱了"作为这部名著的开头话；魏格纳在查阅世界地图时偶然发现大西洋两岸的轮廓何其相似，从而提出了"大陆飘移说"。其实，必然性和偶然性是揭示客观世界中普遍联系着的事物发展趋势中的稳定性和可变性关系的一对范畴。恩格斯指出，必然性"以偶然性为其补充和表现形式"[10]，这种偶然性也是在因果律支配下发生的。我们前面已经阐明，虽然潜意识推论不能被我们意识到，但灵感的发生，从开始到结果，又是在显意识参与下进行的，显意识（有意识）对所思索的课题，发散式地提供相近的课题信息，在若干个信息中，说不上有那个信息的闪现，一

下打开思维的大门，获得了灵感。所以，启发灵感的信息，从时间、地点、条件、机缘来看，都表现了某种偶然性，然而其中却隐蔽着一种必然性。

3．独创性。从灵感思维的功能和作用上看，它具有区别于其他思维形式的本质特征——独创性。钱学森教授在《关于形象思维问题的一封信》中指出："凡有创造经验的同志都知道光靠形象思维和抽象思维不能创造，不能突破；要创造要突破得有灵感。"这是对于灵感思维的功能和作用的科学评价。总结古往今来的重大科学发现和技术发明，都无不与灵感相关，诗人、文学艺术家的"神来之笔"，军事指挥家的"奇谋"，思想战略家的"豁然贯通"，科学家的"顿悟"等等，都是在说明灵感思维的奇功。真是"忽如一夜春风来，千树万树梨花开"。确因如此，灵感才成为千年不败，万年不衰的智慧之花。

4．模糊性。综合考察灵感思维所产生的新线索、新结果、新结论，就会发现灵感思维往往带有一定的模糊性。模糊性是灵感思维的一个突出特征。象德国化学家凯库勒关于苯分子 C_6H_6 环状结构的重大发现，也不是一下成功的。开始，凯库勒由于在梦幻中受蛇咬的启示产生了灵感，发现 C_6H_6 的结构式是环状的，后经多次修正，才得出今天所见的（C_6H_6）的环状结构图。由模糊到清晰，用精确描述模糊，正是世界多样性和复杂性的表现。现代科学发展的整体化趋势说明，科学的深化要求更加精确化。但科学的深化本身又意味着问题的复杂化，而复杂化又难以精确化。因而，同事物的复杂化相伴而来的就是不精确性，即模糊性。人的理性思维，从整体上看，是具有一定模糊性特征的。这种模糊性，又突出地表现在灵感思维上。因为灵感在发生过程中，要受知觉经验信息，课

题信息，潜意识同显意识不时出现的交流信息，以及神经细胞的物理化学过程的影响，只要其中的某一项信息不准确，其思维结果就难以精确。要精确，还必须由形象思维和抽象思维辅佐。

对于灵感思维产生的模糊信息，必须取科学的态度。一方面，要仔细观察，留心灵感火花给带来的启示。因为，几乎所有的伟大发现都是从一个虚妄的假说或灵感闪光中得出来的。正如达尔文的儿子在谈达尔文的巨大成功时所说的："当一种例外情况非常引人注目并屡次出现时，人人都会注意到它。但是，他（指达尔文）却具有一种捕捉例外情况的特殊天性。很多人在遇到表面上微不足道又与当前的研究没有关系的事情时，几乎不自觉地，以一种未经认真考虑的解释将它忽略过去，这种解释其实算不上什么解释。正是这些事情，他抓住了，并以此作为起点。"[11]可是，另一方面，对灵感信息还要进行科学分析，灵感所提供的信息也不全正确，不可绝对相信。要善于捕捉有用信息，抛弃无价信息。

四、灵感的诱发

现代科学，如系统论、人工智能、模糊数学、突变数学、现代心理学、现代脑科学等一系列重大发展，不仅引起哲学形式的改变，而且还为人们在较深的层次里探求思维规律，提供了崭新的科学基础和研究方法。可以说，从认识论、心理学、脑科学和思维科学的角度，来研究形象思维、灵感思维、特异思维的机会到了。

现代脑科学研究的最新成果提示我们，以往人类思维史

的研究，之所以对抽象思维(逻辑思维)研究，获得巨大的成功，并建立了较为严密的逻辑体系，一个重要原因，就在于同人们对产生抽象思维的左脑功能的研究历史有关。人所共知，思维和思维着的物质是绝然不可分开的。同样的原因，由于人们对所谓劣势半球——右脑的研究甚少，甚至全然不了解，怎么能够想象会对由它而产生的灵感思维一清二楚呢！

1981 年诺贝尔生理学、医学获奖者斯佩里关于"裂脑人"研究最新成果，证实了"人脑好比两套不同类型的信息加工控制系统，它们相辅相成，紧密配合，构成了一个统一的控制系统。"[12]诺贝尔奖金授奖机构在评价斯佩里的科学成就时指出：他的研究"使得我们能够深入地了解大脑的内部世界，他的大脑两半球功能专门化的发现为我们了解大脑的更高级功能提供了一个全新的轮廓。"尤为新颖的是他"十分成功地揭开了大脑两个半球是高度专门化的，而且许多高级的功能都集中在右半球。"[13]比如，音乐、图画、图形等感觉能力，几何学和空间性能力，以及综合化、整体化功能，都优越于左脑。这样，关于左右脑分工专门化理论，既为灵感思维学说的确立奠定了一块现代科学的基石，又为寻求灵感发生机制打开了门户。

灵感，是左脑的显意识功能和右脑的潜意识功能通融交互作用的结果。右脑的潜意识在蕴育灵感时，不象左脑的显意识那样一步一步地进行逻辑推理。人的正常思维规律，始终表现着逻辑性，非逻辑性，或逻辑与非逻辑的统一。受荣膺诺贝尔奖金的耗散结构学说的启示，思维规律的非逻辑性，亦可称为"耗散逻辑"。它是一个相对于"死"的平衡结构所显示出来的那种有序化逻辑性而言的。饶有兴味的是，右脑的潜意识

在蕴育灵感的过程与耗散结构的辩证发展观有着惊人的相通之处。显意识的"自我",是被自己意识到了的自我;潜意识的"自我",是不被自己所意识到的自我,并且有"多个自我"。右脑中"多个自我"间相互作用,时而又有左脑的显意识"自我"参与活动。因此,整个活动过程是有序——无序——有序;意识到——未意识到——意识到,即为逻辑——非逻辑——逻辑的辩证发展过程。其中,显意识与潜意识间的交互作用,还表现为连续和间断的密切配合。所产生的灵感也不全真,由模糊到清晰,通常还得经过显意识与潜意识间的多次信息反馈,才得以实现。

人类世代积累的一切物质文明和精神文明,都是人类创造思维的结晶。所谓创造思维,就是人类各种思维形式的系统运用。有创造经验的人都懂得,凡有社会价值和科学意义的新观点、新概念、新理论、新发现、新技术,都不是靠某种单一的思维形式而得以实现的。反而恰恰是系统地运用各种思维形式,靠集体智慧的互补取得的。其中,灵感思维常以其独特的突破性创新作用,居于创造思维过程中的重要位置。对于创造思维规律和特点,不少学者有过研究。如1926年,著名心理学家沃勒斯,对创造思维的过程曾提出一个"四阶段论",即准备——孕育——明朗——证实。

可是,灵感思维发生机制,又自然是别具一格的。它的蕴育在潜意识,发生过程不能被意识到。但根据灵感发生的规律,我们可以运用显意识去调动潜意识,促使灵感的发生。总结人们的实践经验,诱发灵感的机制,大体可由五道程序组成一个序列链,并以反馈为纽带,循环升华,实现诱发灵感的目标。诱发灵感的机制序列链是:境域——启迪——跃迁——

顿悟——验证。为了阐明这五道程序在"诱发灵感的机制序列链"中的地位和作用，以及各程序间的层次结构关系，我们有必要将每个程序作一扼要论述。

境域，就是指那种足可诱导灵感迸发的充分且必要的境界。创造性课题在大脑形成后，必须竭尽全力进入"神动天随，寝食咸废，精凝思极，耳目都融，奇语玄言，恍惚呈露"那样一种精神、心理的全新境界。对此，黑格尔有过解释，他曾指出："它不是别的，就是完全沉浸在主题里，不到把它表现为完满的艺术形象时决不肯罢休的那种情况。"[14]托尔斯泰认为，创造者入境后表现出来的那种潜思维与显思维随意交融，思意驰骋，神与物游的"忘我"境域，正是"创作的最高境界"[15]。王国维对于创造境域，划分为三个层次："昨夜西风凋碧树"，"独上高楼，望尽天涯路"，为"第一境界"；"衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴"，此"第二境也"；"众里寻他千百度，蓦然回首，那人却在灯火阑珊处"，称"第三境界"。

启迪，就是指机遇诱发灵感的偶然性信息。创造者的灵感蕴育一经达到了"含情而能达，会景而生心，体物而得神，自有灵通之句，参化工之妙"的饱和程度，只要有某一相关信息偶然启迪，倾刻间就可豁然开朗，使文艺大师们文思如潮，好似"万斛泉源，不择地而出"。"万事俱备，只欠东风"。启迪，犹如此东风，虽为偶然，但却必然地使已有准备的心灵受惠。在科学史、认识史、文学创作史上，由于受到外界信息的启示而产生了灵感，使在茫茫中摸索前进的人们顿开茅塞，迅速攀登科学高峰的事例，真是笔录千秋。从认识论来说，启迪是诱导思维发生的一种普遍方式，是连接各种思维信息的纽带，是开启新思路的金钥匙。

跃迁，就是指灵感发生时的那种非逻辑质变方式。显意识和潜意识交互作用，促使潜思维蕴育的灵感达到“神思方远，万涂竞萌”之时，正是信息在思维过程中实现跃迁的结果。这种跃迁就是潜思维的特征，是一种跨越推理程序的、非连续的质变方式。清代诗人袁枚说：“但肯寻诗便有诗，灵犀一点是吾师，夕阳芳草寻常物，解用都为绝妙词。”可作“跃迁”的一种注解。脑加工信息时，特别是潜意识推论过程，一般说，人们无法意识到在形态上或在能量上的中间循序过渡环节。现代脑神经科学研究成果表明，在高级神经运动中，神经脉冲的能量也有这种非连续性的跃迁，思维的跃迁又与神经脉冲能量的跃迁有关，而信息的跃迁就是与此相关的思维运动的深层高级形态。所以，信息真髓的跃迁，是促成灵感思维的一种高级质变方式。

顿悟，就是指灵感在潜意识蕴育成熟后，同显意识沟通时的瞬间表现，宋代大哲学家朱熹称顿悟为“豁然贯通”。俄国大作家克鲁泡特金说：“长期耐心的研究之后突然诞生的概括，使我茅塞顿开。”“豁然贯通”、“茅塞顿开”等，都说明此时灵感是被意识到了的灵感。创造之速缓，是由各种复杂的因素造成的。“人之禀才，迟速异分；文之制体，大小殊功。”[16]有的创造者灵感蕴育时间长，有的创造者则灵感蕴育时间短，而顿悟是标志灵感蕴育成熟的霎间行踪。

验证，就是指对灵感思维结果的真伪进行科学的分析与鉴定。随灵感的迸发，新概念、新理论、新思路脱颖而出。但是，直觉可能是模糊的，顿悟还可能有缺陷。不能认为每一个结论都是有效的，正确判断其是否有价值，需要进行验证。如果不符合主题要求，可通过反馈再重新思考，重新蕴育灵感，

直到解决主要课题的目的实现为止。

以上诱发灵感的机制序列链中，境域、启迪、跃迁、顿悟、验证等五个程序，彼此间密切联系，互相制约，从而形成一个以显意识去调动潜意识，诱导灵感发生的有机系统。实践告诉人们，诱发灵感不仅要按照上面五个程序去引导，还有一些行之有效的具体方法。在诱发灵感过程中，无论是创造性课题的产生，准全信息的筛选，诱因条件的妙用，还是灵感的迸发和成果的验证，都离不开人的社会实践。可以说，灵感发生规律的本质，归根结蒂是"长期积累，偶然得之"。

在坚持实践第一的前提下，综合总结古今中外诗人、文学家、艺术家、科学家、发明家、军事家、社会活动家们的科学实践和发明创造的经验，将他们成功地运用显意识调动潜意识得到灵感的办法归纳起来，大体有以下几条：

1. 追捕热线法。"热线"就是由显意识蕴育成熟了的，并可以和潜意识相沟通的主要课题和思路。大脑中一旦"热情"闪现，一定紧急追捕，迅速将思维活动和心理活动同时推向高潮，并向纵深发展，务必求到一定的结果。

据记载，有不少文学家、艺术家、科学家和发明家都因非常珍惜自己的思维"热线"，而使发明创造一举成功。郭沫若就曾说过，有的诗人一旦诗兴到来，急忙跑到书桌旁，挥笔疾书，连将斜横着的纸摆正的时间都没有。象鲁迅先生，当他写作兴致上来，废寝忘食，别人喊他也不答应。古希腊大科学家阿基米德甚至在敌人的利剑逼到他眼前时，还依然坚持写他瞬间顿悟的数学公式。他对敌人大喊，"给我留些时间，让我解完这道题！"至死不肯断掉"热线"。"作诗火急追之捕，情景一失永难摹。"讲的就是这个道理。

2. 暗示右脑法。右脑是负责潜思维的。蕴育灵感的潜意识主要居于右脑。以往，人们通称右脑为“沉默半球”，其实，“沉默半球”并非沉默，众多的科学发现、技术发明，都无一不与右半球的综合性创造功能有关。近一、二十年来，有许多心理学家、教育学家都相继把研究目光，从研究人的有意识活动领域，转向重视发挥潜意识领域的作用。保加利亚心理学家洛扎诺夫通过改革教学法的实验，得到用“暗示法”启示潜意识，调动大脑两半球不同功能的积极性，是一种有效的方法。

斯佩里研究结果告诉人们，脑的两半球在连接时，是作为在这一侧或那一侧具有主导控制作用的一个功能单位紧密地接合一起的。根据左脑和右脑在信息加工中的内在对抗性和互不两立性可转变为相互支持的互补性原理，有经验的创造者都懂得用暗示的方法去调动右半球的创造功能。因为，当人的显意识活动停止，潜意识活动更为活跃，这正是使用暗示法的最佳机会。

3. 寻求诱因法。“诱因”就是指能够诱导灵感发生的有关信息。灵感的迸发几乎都必须通过某一偶然事件作“触媒”，刺激大脑，引起相关联想，然后才能闪现。寻找诱发灵感的信息，开拓研究工作和创造工作的新局面，已成为创造家们的常习了。

荣获第一个诺贝尔奖金的物理学家伦琴，就是从高压真空管造成的荧光现象中发现了X射线的；柏克勒尔从铀盐使照相底片感光中发现了天然放射性。科学发现中的大量事实表明，当科学思维活动达到高潮，问题仍百思不得其解时，诱发因素是最为宝贵的，它直接关系到研究的成功或失败。在科学研究和文艺创造中，人们积累了许多寻求诱发灵感因素

的各种办法。如自由的想象，科学的幻想，发散式的联想，大胆的怀疑，多向的反思，等等。

4．搁置问题法。如果问题总是悬而难决，那就需要把它搁置下来，去研究另外的问题，或者置换一种新的环境，过一段时间再回到这个问题上来，或不自觉地立刻使你回到原题目上来，有时会突然悟出解决的办法。

将急待解决的问题暂时搁置起来，既是在调整思维，寻找问题百思不解的关键所在，又是为了调节大脑皮层兴奋与抑制间的关系，提高大脑工作效率。只有将最重要的课题放在最佳用脑时间里去思考，才能有效发挥潜思维作用，才能获得突破性的创造成果。把问题搁置起来，就是有意识地使思维离开本题。一般地，可以去从事体育活动、文艺活动，也可以去散步、赏花、谈心、下棋、看戏……。

5．西托梦境法。在西托状态中作梦常常会迸发出创造性灵感。在科学研究、文艺创作和技术发明中，靠作梦解决问题的事例是屡见不鲜的。难怪在美国的一座学校的《诺菲尔德科学教学方案》中，劝告人们“必须为有利的‘作梦’提供机会——Kekule 精神”。

许多科学家似乎同样地发现，灵感位于醒与睡之间的一种中间的、过渡区域。这说明不是所有的梦都能产生灵感，在梦中产生灵感也是有条件的。从梦状来说，现美国堪萨斯州曼灵格基金会“西托”状态研究中心的格林博士认为，一个人身心进入似睡似醒状态时，脑电图显示出一系列长长的西托波，即脑电波的频率为四至八周，科学家称之为“西托”。此时，一些意象会呈现在你的心目中。从产生灵感的机制来看，所思考的问题焦点不十分明朗，对问题的解决不达到特别紧

迫，使您吃不好、睡不着的程度，也同样不会出现"西托"式的梦境。所以，欲得到梦境中的灵感，必须从客观方面具备条件。条件达不到，梦还仅仅是梦。

6．养气虚静法。以"养气"使身心进入"虚静"，在"虚静"境界里，求得灵感的到来。这是中国古代提出的诱发灵感发生的成功方法。

刘勰在《神思篇》曰："是以陶钧文思，贵在虚静。疏瀹五藏，澡雪精神。"[17]通过"虚静"达到自觉地排除内心一切杂念，使精神净化，集中全部精力于高度紧张的创造构想之中，于是乎万象冥会，天机畅通，灵感就自然而然地爆发了。

与"虚静"相配合的"常利"方法是"养气"。"养气"，即是要"清和其心，调畅其气"，使其心情舒畅，思路清晰，虚心静气。实践证明，采取气功方式可达到"养气"的目的。

7．跟踪记录法。灵感象个精灵，来也匆匆，去也匆匆，为了防止它稍纵即逝，必须作跟踪记录。发明家爱迪生、科学家爱因斯坦、作家契诃夫等很多留心捕捉灵感的人，都随身携带笔和小本子。贝弗里奇认为，这是捕捉灵感的"一个普遍使用的好方法"。

灵感常在一闪念间出现，而在短时间内容易被忘却。所以，一切有心者都应把自己一闪念记录在案，哪怕在当时看来多么微不足道。科学史上，诺贝尔、达尔文、洛伊等，都十分留心记录灵感的火花，他们也都曾凭借摄录下来的灵感一闪念，而取得了科学研究的重大突破。

[1] 赫罗特·奥斯本，《国外社会科学》，2(1977)。
[2] 钱学森，《中国社会科学》，6(1980)。
[3] 同[2]。
[4] 钱学森，《自然杂志》，1(1981)。

[5] 钱学森，《自然杂志》，8(1983)。
[6] 同[4]。
[7] 恩格斯：《自然辩证法》，人民出版社 1971 年版，第 218 页。
[8] 《马克思恩格斯全集》第20卷，人民出版社 1971 年版，第591页。
[9] 皮亚杰：《发生认识论原理》，商务印书馆 1981 年版，第93页。
[10] 《马克思恩格斯选集》第 4 卷，人民出版社 1972 年版，第 506 页。
[11] 贝弗里奇：《科学研究的艺术》，科学出版社 1979 年版，第 35 页。
[12] 张尧官、方能御，《世界科学》，1(1982)。
[13] 同[12]。
[14] 黑格尔：《美学》第 1 卷，商务印书馆1979年版，第365页。
[15] 托尔斯泰：《论文学》，人民文学出版社1980年版，第247页。
[16] 《文心雕龙译注》，齐鲁书社1982年版，第89页。
[17] 同[16]，第85页。

相 似 论*

——探讨相似在科学、技术、思维发展过程中的作用和规律

张 光 鉴

“相似论”是用辩证唯物主义的观点对客观世界中大量存在的相似现象和原理进行探讨，并从这个角度上来研究客观事物和人们思维发展过程中有关的课题，以求提高人们对科学、技术工作的认识水平。相似问题属于思维科学的范畴，著名科学家钱学森在《系统科学、思维科学和人体科学》等论著中提出要建立“思维科学”，大家都可来讨论和加入这个行列，做些探索工作。

客观世界发展过程中的相似现象（同与变异）经常会反映到人们的大脑中来。所以人们总是在自觉或不自觉地按相似的规律不断地去认识世界和改造世界，这已经由人们生活和工作中大量的事例及科学发展史所证明了。总结人们的这些

* 这是作者1982年12月在中国兵工学会邀请在京的一百多个学会的代表共一千六百多人参加的报告会上做的学术报告。作者还应邀在西安、重庆、成都等地讲学。本稿由作者根据讲稿删节补正。

有成效的活动，探索客体和主体发展过程中的各种相似现象之间的内在联系和基本规律，无疑将增强我们对事物发展方向的预见性，使我们少走弯路。

相似问题的提出

大至宇宙星系之间，小至每个原子运动的形式都存在着大量的相似之处。在我们周围的植物中，高至顶天的松柏，小至原始的藻类，都存在着相似的叶绿素。在动物中，从精明强干的人类直到低等的软体动物大都存在着赖以生存的血红素，而叶绿素和血红素都是和空气中的二氧化碳与氧起作用，都是由此成为植物动物的能源供应者。这一系列的相似关系都是一种巧合吗？都没有规律所遵循吗？英国的科学家戴维·开林想了很多年之后终于在1961年为彼得·米切尔证明：动物的线粒体呼吸链和叶绿体非环状光合氧化还原链的化学原理是基本相似的，并因此获得了1978年诺贝尔化学奖。现代化学还进一步证明，叶绿素和血红素的化学结构也是相似的，都是卟啉络合物。叶绿素是卟啉结合了镁元素，而血红素是卟络结合了铁元素。客观世界中看来是风马牛不相及的东西之所以深刻地存在着相似的特性，是因为人和植物都是由共同的祖先——核前生物体变异来的。

人类科技发展史和社会发展史都如同史学家惊叹的那样，“呈现着惊人的相似”，大多数的民族都不约而同地经过了石器时代、陶器时代、铜器时代、铁器时代。社会都经过了原始部落社会、奴隶社会、封建社会，到资本主义社会。不但宏观的过程和结构是这样的相似，就连很多伟大的发明创造过

程也是那样惊人的相似。爱迪生和法拉第都受过百科全书的启发成了伟大的发明家，法拉第受到老师戴维把化学能变成电能，又把电能转化为化学能的可逆过程的启发，立志也要把已有的由电生磁现象可逆为由磁生电。经过了九年的努力，他终于实现了这个有历史意义的实验。还有些伟大的发现有时甚至是在不同的地方同时出现：比如，达尔文与华莱士同时发现了生物的进化现象；牛顿和莱布尼兹同时发现了微分方法；等等。人们还利用生物的进化原理，去对天体演化、社会进步，以至微观物质演变进行了各种相似的推论，获得了很多伟大的成就。微积分的出现导致变量进入数学中，恩格斯认为这是数学由低级到高级发展的一个标志，并由此揭示出一系列物质运动发展的规律。在技术应用上，人们由于蒸汽推动汽盖运动而产生的相似联想，发明了蒸汽机。人们又把蒸汽机装在车上出现了火车，装在船上出现了轮船，装在纺织机上出现了自动纺织机，装在动力厂发出了强大的动力，使生产力为之飞跃前进，从而出现了人类文明史上一次最有意义的产业革命。这些都可以归之于人们利用相似原理进行思维的结果，而后又把蒸汽机发展为内燃机和喷气涡轮发动机，这是相似中的优化运动。

由于各种科学技术各自发展的差异，在十九世纪到二十世纪初，出现了物理学、化学、生物学、天文学、遗传学、医学等学科。表面上好象各不相干地大发展，但它们内部却还是存在着潜在的相似因素。果然，到二十世纪末，各种学科不知不觉的在还原原则的指导下，殊途同归于量子学。如量子物理学、量子化学、量子生物学、量子遗传工程学、量子声学等。这都是共同去研究核外电子运动的相似规律而取得的进展。目

前，又进入了“量子阶梯”的阶段了。

此外，科学研究中普遍应用的一些方法，如类比、模型、模拟等，都是依赖人们头脑中贮存的相似现象与过程为基础的。否则，同谁去类比，模拟谁，以什么为实体来作模型呢？从这个方面看来，相似现象和规律又能提供建立类比、模型、模拟工作中的物理模式。

再从文学、艺术上来看，文学中强调的典型，修辞中强调的譬喻、摹状、对偶、排比等，绘画中强调的神似和形似，音乐中强调的重复、再现，诗歌和戏曲中强调的音韵、曲调、格式等，都离不开人们已有的相似习惯，离不开相似这个核心。一般来说，客观对象只有和大脑中已有的概念和存贮的信息即“相似块”相互和谐共鸣，才能产生美的感受。否则，人们就会无动于衷，文艺也会失去其应有的作用。因此，“相似论”既是认识论和方法论，也是思维学的一个部分。以上这些，是研究相似问题提出的根据和想法。

相似的定义和原理

客观事物发展过程中存在着同和变异，因为只有同才能有所继承，只有变异，事物才能往前发展。所以相似不等于相同，相似就是客观事物的存在的同与变异矛盾的统一。变异就是事物发展过程中的差异。相似现象就是客观世界物质的基本粒子在统一场作用下运动的一种和谐协调而又相互适应的一个组合形式。世界上几十亿人口中没有相同的指纹，成千上万的树叶中也不会有两片绝对相同的叶片。就是一个氢原子中的电子运动的轨道也不尽相同。我们知道物质都是由

稳态的电子、中子、质子所组成，这是物质同的一面。但由于排列组合不同和以上所说的原因，物质在发展过程中必然出现变异的一面。元素周期表告诉我们，电子、质子、中子的不同排列组合就是元素本质不同属性的由来。微观结构相近，宏观物理、化学越相似。钾、钠、钙、镁是化学性质较活泼相似的一类，金、银、铜、铁是导体相似的一类，而硅、锗、硒、铟是半导体相似的一类，所以事物的不同排列组合在一定的条件下就是质变的重要原因。

为了研究方便，我们可以把相似现象分成纵向和横向两种形式。自然界中在一定的理论基础范围内，常常由于内部物理、化学联系中的相似关系而自成一个系统，人们对这一个系统的研究又会独立为一门学科，这些我们都可以称为纵向相似系列。而跨行、跨业、跨学科形成的那些相互联系、相互作用的相似关系，我们称为横向相似系列。在相似性方面，还可分为功能相似、结构相似、动力相似、几何相似，这样在设计新产品时就便于革新和移植。

人们在学习和实践活动中积累起来并贮存在大脑中的知识单元，我们称为"相似块"。人们在认识外部世界的过程中，常常要依赖它的存在。人们大脑中存贮的相似块不是静止的，它一方面和感觉器官输入的信息相互联系、相互作用，又能和其他"相似块"相互作用、相互联系，就如频谱分析仪中的相干、相关作用一样，也会结成一个新的相干、相关的"相似块"来。列宁说："范畴是区分过程中的一些小阶段，即认识世界的过程中的一些小阶段，是帮助我们认识和掌握自然现象之网的网上纽结。"[1]在一定的基础和条件下得出的相似规律，只能适应一定的范畴，不能随意推而广之。然而，人们恰巧经常

不注意这个规律而犯错误。牛顿规范只适用于宏观低速阶段，牛顿原来以为三大定律加上万有引力就能解决物质运动的所有规律，其实不然。而欧姆定律只适用于一定的温度范围，温度低于某一数值时，一些材料就变为超导，也就没有电阻了。同样，任何地方所得出的相似经验和规律，也要在相似的条件和环境下，才能得到相似的结果，不能一刀切和生搬硬套。辨证唯物主义为什么是正确的呢？因为它不但总结了自然界和社会中规律的规律，而且还承认自己要不断地前进、发展，不断地用科学成就来逐步完善和丰富自己的认识。

研究相似的意义

第一，处在科学、技术突飞猛进，“知识爆炸”日新月异的今天，研究事物异中之同，能使千头万绪的现象变得简明、清晰；而研究事物同中之异，又能使我们看到事物间那种关系的多样性、灵活性，使我们头脑不至僵化，并深刻体会到今天科学前进中的相互渗透、相互组合的重要性。

第二，通过对相似问题的研究，向思维科学提供一些线索和规律。

第三，也是想要回答科学界争论的一个问题：科学研究究竟沿着什么样的规律发展、前进？目前，世界上对库恩、波普尔、拉卡托斯、费耶阿本德等人的观点讨论很热烈，在马克思主义哲学观点的指导下，我们认为相似论可以解释科学是沿着什么规律发展而来的一些具体道理，即可以从相似这个侧面来看待科学技术是如何发展进步的。

第四，研究事物的相似运动规律中同与变异的根本原理，

在工作上思想上更自觉地应用这些规律的原理，就能提高我们的预见性、创造性，少走弯路，起到事半功倍的作用。

第五，研究相似中的同与变异，就会逐步熟悉唯物辩证法。有名的数学家张广厚学习恩格斯的《自然辩证法》后认识到：在涉及概念的地方，辩证的思维至少可以和数学计算一样地得到有效的结果。他指出，辩证思维是他工作中得到成果的根本原因。著名科学家钱学森特别强调，科学工作要重视辩证唯物主义的指导，它可以增进自己的才干，提高工作中的自觉性和目的性。

相似现象中的关系和规律

什么是规律呢？列宁说："规律和本质是表示对现象、对世界等等的认识深化的同一类的（同一序列的）概念"[2]。所以，只有研究同一类、同一序列的相似现象和本质的过程，才容易找到事物本身的规律。我们这里仅提出以下相似关系和规律。

三种相似关系

1. 相似现象和本质的关系

毛泽东曾经说过："我们看事情必须要看它的实质，而把它的现象只看作入门的向导，一进了门就抓住它的实质，这才是可靠的科学的分析方法"[3]。因为事物的本质和实质，就是事物的内部较稳定的联系。现在乃是事物本质的某个侧面的表现，就是假象也是本质的反映。正如列宁指出的那样，假象＝本质的否定的本性。所以通过事物的现象去认识本质是很重要的事情，伯乐之识千里马，农民之识"快牛"与"慢牛"，运

动员之选型，都是认识了相似的现象反映着相似的本质，所以，我们研究相似现象，认识它的本质，同样离不开这些规律。但我们科技工作者如何才能认识自然界中更多的相似现象后面的本质呢？我们应从事物的两个主要关系去认识和掌握它的本质。一个是从动态相似和静态相似中去认识它，一个是从宏观结构相似与微观结构相似来认识事物本质。化学、物理学长期处于“唯象论阶段”，这是它们发展停滞的原因。我们要研究事物广泛的微观结构才能了解本质，才能知其所以然，才能逐步过渡到自觉阶段。

2．静态相似和动态相似的关系

恩格斯说：“自然科学的对象是运动着的物质、物体。物体和运动是不可分的，各种物体的形式和种类只有在运动中才能认识，离开运动，离开同其他物体的一切关系，就谈不到物体。物体只有在运动中才显示出它是什么。因此，自然科学只有在物体的相互关系中，在物体的运动中观察物体才能认识物体。对运动的各种形式的认识，就是对物体的认识。”[4]

显然，我们在研究相似事物静态与动态的关系中，必须更重视研究动态，即只有从事物运动中和运动相互关系中去考察，才能认识事物的特点和本质。高能物理学，是从粒子高速碰撞中出现的新粒子轨迹形态中去认识新粒子是什么的。又比如，自行车在静止时它会倒的，所以人们当初设计时后轮旁又加两个小轮子把它撑住，但在运动中，由于转动产生了转动惯性，就相似于陀螺运动中产生了轴向均衡力使自行车不倒了。两旁小轮不但没有作用，反而使其转弯不灵，于是便把它取消而变成了今天的这个样子。汽车转弯时，只靠前轮改变方向是不行的，还必须考虑到后轮在高速运动中也会产生相

似的轴向惯性，于是设计了后轮齿包的差速器。又如，英国彗星式喷气客机在太平洋上空转弯时折断了机翼，就是没有研究金属在应力反复的振动作用动态过程中也会发生疲劳的相似现象，再加之转弯时要克服运动中的惯性力量，致使机翼上的力矩要比静态力矩大得多而造成了重大事故的发生。可见，只有从动态相似中去观察问题，才能更全面地认识事物的相似本质。再如，高速旋转的子弹击穿玻璃，我们很容易认为是相似于钻头很快钻入玻璃的过程一样。但在子弹高速动态中击穿玻璃并不相似钻头，而是相似于爆炸产生的冲击波破坏物体过程(高速同步摄影机所拍摄的照片显示出子弹刚要接触玻璃时，玻璃已被弹头前产生的冲击波穿出一个洞了)。只有子弹在低速时才能相似于钻头撞击玻璃的情况。这说明，事物在静态和动态中的情况是不同的。这是研究人员必须重视的一个问题。

动态和静态的相似有差异，但又有关系。因为事物往往应用在动态中，所以要特别重视动态相似过程。但不研究静态相似情况，就不会知道它们由静态到动态过程是什么样的关系，也就掌握不了事物的本质中的那些联系的根本原因。恩格斯研究了运动和相对静止亦即平衡时指出："任何特殊相对的运动，即这里在一个运动着的天体上的个别物体的任何个别运动，都是为了确立相对静止即平衡的一种努力。物体相对静止的可能性，暂时的平衡状态的可能性，是物质分化的根本条件，因而也是生命的根本条件。"[8]所以，我们重点是要从事物相互作用的运动状态去认识事物，离开了运动就谈不上物质。但又不能不研究它们运动在一定条件下趋于平衡即相对静止时的那些特点和状态，这就是认识事物能相对稳定、能

分化和分类的根本原因。

3．宏观结构相似与微观结构相似的关系

结构是组成事物中那些基本单元或层次之间的关系。各门科学都是在研究某种物质运动一定的结构与特殊性。比如，现代物理学中研究的分子结构、晶体结构、原子结构、亚核结构，社会科学中研究的经济结构、社会结构，等等。在结构形态方面，又分为平衡结构与不平衡结构。经典理论一般讲平衡结构，而现代科学正在研究的耗散结构就属非平衡结构了。我们这里所说的宏观与微观结构，除了上述结构包括的概念外，重点是讲认识宏观与微观运动中的那些相互关系和转化的相似关系。门捷列夫元素周期表深刻地说明了宏观结构相似和微观结构的关系，不过我们这里所说的宏观结构不仅体现在物理学中所说的宏观、微观的那些概念，而且还包括更多的含义。比如，人是由细胞组成的，而细胞对人体来说是微观结构。事物有时组成的微观成分虽然相同，但由于结构的差异，宏观现象却会完全不相似。懂得了宏观现象与微观结构的关系，我们在研究事物之间的相似时，更要探索微观动态结构的相似。比如，人们要想相似鸟的飞翔，先是重视宏观相似，用手臂来代替两个巨大的“翅膀”，这不但飞不上天，反而把人摔死了。后来，了解了鸟翅膀微观动态结构，了解到拱弧形翼上面空气流速快，翼下面空气流速慢，使翅膀上下产生压差，从而产生升力。人们于是就改进机翼，加大了运动速度，这就是从微观动态结构相似着手，最后达到了相似结果，制造成功了现在的飞机。同样，要研究思维现象，只有把大脑的微观结构以及相互之间的动态过程研究得很清楚以后，才能真正科学地揭示思维规律。此外，我们还必须了解现代化学、物理由“唯

象论”阶段过渡到分析事物本质的微观结构过程中的方法，如氧化态、配位场理论、分子结构理论、计算化学等，这些都是新近研究分子结构的有力工具。在物理学方面，最新概念是从量子物理学和统计物理学的观点出发来说明物理学基本原理的。它们是把宏观性质作为微观性质的统计结果来描述的，并引入了很多新的统计概念，如“体系状态”、“可到达态”、“几率”、“统计系综”等。它把微观中存在的平衡孤立体系的根本性质解释为“等几率地出现在每一可到达态中”。这些都是以量子力学为基础的。比如，以前用离子键理论就不可能解释不带电荷的氢原子怎样会结合起来成为稳定的氢分子的，这是一百多年来使化学家大为苦恼而不可解释的大问题。但在量子力学建立仅一年后，这一问题就得到了完满的解释。所以不了解这方面的知识，就不能了解现象的本质。当然，我们并不认为“唯象论”阶段那些宏观规律完全无用了。正如爱因斯坦在《物理学的进化》一书中指出：“我们可以说建立一种新理论不是象毁掉一个旧的仓库在那里建立起一个摩天大楼。它倒是象在爬山一样愈往上爬愈能得到新的更广的视野，并且愈能显示出我们的出发点与其周围广大地域之间的出乎意外的联系。但是我们出发的地点还是在那里，还是可以看得见，不过显现得更小了，只成为我们克服种种阻碍爬上山巅后所得到的广大视野中的一个极小部分而已”[6]。所以他认为，新理论还是在原有基础上发展而来的，同时指出了研究愈向微观深入，科学的相互联系和贯通性、相似性就越大，对事物的认识就越清楚，就越能提高我们在思维过程中那种高瞻远瞩、明察秋毫的能力。

总之，在纷繁的科学、技术中，认识到了现象与本质的关

系，静态与动态的关系、宏观结构与微观结构的关系，就容易抓住事物的实质；认识了上述三个关系中的相似性即同与变异的过程和方法，就可以使我们在认识世界和改造世界的过程中获得较多的自由。

四条相似规律

1．一事物都是由相似的单元、层次排列组合而来的。

我们在这里所指的单元，是一种组成事物内部结构中最基本最简单的一种单位。所谓层次，是指事物内部相互作用、相互联系、相互制约最为紧密的那个相对独立的部分。层次在微观上讲是结构、运动、时空的统一的表现形式，一般复杂的事物具有多层次的结构形式。在原子结构中，层次是比较清楚的概念。核外电子是一个相似层次，其作用力是电磁力，化学都表现在这个层次。如果深入到原子核中，质子、中子相互作用力就有强作用力和弱作用力，这又是一个相似层次，核能表现在这一层次。再深入则进入所谓亚核层次如强子、轻子、夸克胶子等，这一层次的动力系阈能就更大了。亚核夸克是否就不能再分了呢？这还要看科学技术的进展了，这还是一个正在争论的问题。计算机软件各种操作系统也有相似的层次结构，社会科学也有各种层次结构，一个国家、一个政府、一个工厂、一个军队都有各种各样的相似层次结构。由单元组成层次，组成整体，研究单元、层次，是为了更深刻地把握单元、层次和整体间的相互作用。这里还应该重视整体对各层次及各单位的反作用。从一般系统论的观点来看，“整体大于部分之和”，这从生物上看是显而易见的，如人的整体功能就

不是手脚或细胞单个功能或一部分功能的总和。在化学中，水的性质不是氢和氧部分功能的总和。这些都体现了物质内部结构上的量变到质变的一种规律。又如，人的精子和卵子的结合而发展起来的新的整体，更体现了父母整体信息对单元的反作用，这是由于所谓遗传信息作用于基础单元的结果。不单生物化学物理结构系统是通过物质能量、信息的形式而相互构成一体的，就是很多科学技术发展的过程中这个作用也是很明显的。以前的人只重视机械的分析与综合，而不重视综合指导下的分析，更不重视研究系统或整体中信息相互作用和相互制约的作用，因而阻碍了科学更快地前进。

有人认为，"信息既非物质又非精神，信息就是信息"。这样就把物质的波粒二象性（波是信息存在的重要形式之一）的作用取消了。其实，信息正如日本科学家岩崎允胤所著《现代的物质观》中指出的那样，"是属于自然物质意义上物质的过程"[7]；整体对单元、层次的反作用和单元层次对整体的作用，至少有一部分作用和联系是以信息的作用形式出现的。但这不为现在一般人们所理解，如植物生长中之光合作用、放射线改变遗传基因的作用。治疗中的针灸术、气功都可以理解为信息的作用，人和电磁波、紫外光，以至引力波、X射线和几千兆赫的超高声频等信息，都是有相互作用的。所以钱学森在《现代科学的结构》中指出："把人作为一个整体，把人放在整个宇宙中去研究，人要和宇宙联结在一起。这也就是新的人天观"。又说："思维科学的目的在于了解人是怎样认识客观世界的、人在实践中得到的感觉信息是怎样在人的大脑中，存贮和加工处理为人对客观世界的认识的"[8]。这些都是提醒人们注意信息对整体或对系统对认识主体的重要作用。

再从一般科学和工程技术中单元、层次的情况来探索一下相似单元、整体的关系。我们所生活的宇宙和世界就是由一些相似的单元所组成的多层次结构。原子组成分子，分子组成各种物质，进而成为地球，再由各星体组成了太阳系，而我们太阳系只是银河系里的一员，还有河外星系，等等。每个层次有每个层次的特点，每个单元有每个单元的特点。又比如，复杂的机床也是那些相似的单元，如齿轮、丝杆、凸轮、螺丝、螺帽、曲轴、拉杆组成的。由这些单元、层次组成了一个完整的机床。又如，电器设备还是由那些相似的单元，开关元件、线圈、电磁铁、矽钢片、轴承组成，但这些组合都要根据不同的技术要求结合各种零部件的特性功能，利用符合规律的原理和谐地组成一个整体。早些时候，人们认识了各种机械单元，后来，电学发展又认识了各种电器的单元和部件，人们又把这些单元相互作用的相似关系综合起来制造更复杂的机器设备，现代的机床是机械和电器、甚至微型计算机系统等组合的整体。所以，科技的发展在某种意义上讲是相似原理的发现与运用。所有的新发现都是和原有基础分不开的，都是一个相互套在一起、由小到大、由低级到高级的综合相似形，或成为更大的体系。再看生物进化，植物学家李靖炎同志经过了十多年的研究，写成了《细胞在生命进化历史中的发生——真核细胞的起源》一书，他指出，当地球上还没有真核细胞以前，只有核前细胞，由于蓝藻与核前细胞结合就成了胞内叶绿体的前身，而动物细胞内的线粒体则来自共生的细菌。而叶绿体和线粒体都是动物、植物的能源供应者。植物、动物之所以有今天的大发展，都是依赖了这种低级的组合相似的形式。植物沿苔藓、草本、乔木这样的顺序由低级到高级发展，动物由

软体动物、鱼类而发展到脊椎动物以至高级的人类，都是依靠这个相似单元产生的能源。而叶绿体和线粒体又有它本身的层次单元结构。诺贝尔化学奖获得者彼得·米切尔经过深入的研究，证明了叶绿体相似于人们多年努力发明的太阳能电池微观结构，而线粒体则相似于人们发明的燃料电池的微观结构原理。这些叶绿体和线粒体的氧化还原链又彼此相似。所以，我们生活中司空见惯的相似现象后面，都有很多深奥的原理联系着。我们科技工作者只要深入研究，便可以看见它们的联系中的相似关系。大自然经常把宏观的相似现象展示于人们，而将其相似的基因和原理隐蔽着，让人们去寻找、去研究，谁寻找出这个现象的根本原理，谁就会发现更多的成果。总之，人们在思维结构中的单元、层次关系是在工作、学习、实践活动中使大脑得到了许多组成事物基础的记忆单元"相似块"，这为以后人们的工作、学习创造了丰富的联想基础，使人们思维活动能进入高级阶段或层次的基础。著名哲学家培根说："类似联想支配发明。"科学家贝弗里奇说："独创常常在于发现两个或两个以上研究对象或设想之间的联系或相似之点。"这个结论无疑有正确的地方。随着人们对客观事物认识不断前进，"相似块"就不断相互组合深化，思维内容也就不断丰富。再如计算机的发明过程，以前设计计算机时，只想到要代替人们的计算，根本没有想到要制造相当于现代的所谓"智能的机器人"，后来为什么会变成了"电脑"、变成"有初级智能的机器人"的呢？这是一个很有启示的发展过程。下面谈谈这个过程，著名生物学家贝时璋曾对生命的特征——"活"下了一个很好的定义："就是物质、能量、信息三者的变化、协调和有机统一的动作"。人们在生物之外，不自觉地沿着物质、

能源、信息这三个方面协调统一的动作。由电供给能源，通过硬件的物质相似人体的运动，装上快速模数变换及频谱分析装置相似人的听觉、视觉、触觉，再由软件把这些外部设备接收来的信息和能源、物质的协调动作组合成为一个整体，这样逐步的逼近就有点相似贝时璋教授对生命"活"的定义了。果然计算机就"活"了，能写、会算、能听、能看、能进行一些逻辑判断，现代战争都要用它，它俨然是有生命的东西了。所以，相似的单元、相似的层次组成了相似的结果。

2. 相似的基因、相似的条件和环境产生相似的结果

要想把可能变为现实，还必须具备相似的基因、相似的条件和相似的环境。客观事物中任何相似的现象与结果都不是凭空产生的，所以我们办一件事情，考虑一个工程，设计一个系统，制定一项方针和政策，都应该根据当时的条件、环境来全面反复考虑。

我国社会主义建设过程中有过不少教训。其中，主要的一点就是在推广先进典型经验时，忽略了外部条件与环境的相似性。如在农业上，不顾各地的不同条件，搞一刀切，结果造成一些地方林、牧、副业的破坏和群众积极性的挫折，这是一个深刻的教训。"橘生淮南则为橘，生于淮北则为枳"，即使基因相似，而条件环境不相似，也会出现不同的结果。前几年，我们也曾大量引进不少外国先进设备，但有的效率不高，尤其电子计算机更为突出。究其原因，主要是：因为与之有关的客观条件、环境不相似，如管理水平、技术力量、通讯网络、原材料、配套能力、能源、运输等都不相似国外的那些情况与条件，因而就达不到原来的相似结果，以致造成浪费。我们研究相似，就是提醒人们：要处处时时考虑到各个方面是否协调、和

谐，符合不符合那些相似的关系和相似的规律。人的思维发展过程中，相似中的基因、条件、环境相互依存和相互转化更为突出。例如，从小被狼哺养的婴儿再还人间，声带还是好好的，但怎么教他说话，说话的功能还是建立不起来，这说明环境、条件破坏了大脑发育过程中那些说话功能的微观结构和基因。还说明，事物发展中每个阶段的条件、环境和基因都要配合得当，才可能出现相似的结果。正如近代著名的瑞士心理学家皮亚杰指出的，儿童智力的发展经历了按固定的先后顺序的四个阶段，并和年龄相关，教师必须针对学生的这些特点，提供相应的学习内容和条件，才可能在培养儿童智力方面取得良好的成果。他还认为，思维是人和周围环境相互作用活动的结果[9]。

3．事物包含的相似的功能越多，其作用就越大，应用就越广

电子计算机的作用为什么这样大呢？正是由于它从模仿人的逻辑思维这个相似点出发，以后又一步一步地相似人的其他功能：能算、能写、能看，还能听人说话，有丰富的记忆力和极高的运算速度，成为控制系统的中心，还能控制执行元件，模仿各种机械运动，动作灵活，它是现代各种先进科学技术的高度综合，并成了一门带头的学科。

又如坦克车是机动车加装甲加大炮的综合体。原先单一的汽车只能代步，装甲车只能作轻型攻击，大炮虽能重攻，但不会行走。坦克车便综合了以上各种功能，成了行动中的大炮，又是活动的碉堡，所以作用就大，是现代化战争中的主要武器。

对一个人的能力也是如此，知识越广泛，实践经验又多，

再加上有一个好的方法，那么能力就越大。现代科学都是相互渗透、相互依存的。要想精专，而又无广博的基础知识，其前进之难就象李白诗云“蜀道之难，难于上青天”。没有众多的知识铺路，只想精专而不广博，只不过是一种幻想。马克思、恩格斯博览群书，结合实践研究了当时社会发展中积累起来的全部知识，才创立了马克思主义。人们形容他们象行将出发的军舰，随时可以开往任何战斗的思想海洋。再如《红楼梦》的作者曹雪芹，他对诗、书、易、礼、琴、棋、书、画无一不通，再由于他生活的社会地位使他尝到生活中的酸、甜、苦、辣。他这种特有的知识和生活环境，造成了他大脑中丰富的“相似块”，成为他写成《红楼梦》这部巨著的原因。大多在科技上能获得最高成就、有所建树的人，都是具有多种学科知识并善于组织实践的人。现代新学科，多是跨行、跨业的边缘学科。在我国四化建设中，特别需要发展有多种相似功能的科学技术，因而培养造就这方面的人才，是当务之急。因此，不论是从科技上来说，还是从人才成长来说，综合的功能越多，作用就越大，是一个很值得注意的事情。

4．各种学科中，往往由一个或几个相似功能较多的学科作为带头学科，而这个带头学科中又有一条带头的原理，决定着它内部的相似规律和系列

电器时代的文明发源于对磁的研究，电子器件起源于爱迪生效应与半导体整流现象等的研究。而现代火箭燃料、炸药、火化工技术，则发源于我国的黑火药技术。然而，当时不管是发明家爱迪生还是我们的祖先都没有意识到：磁、指南针、爱迪生效应，竟有如此辉煌灿烂的科学前景。

这说明两个问题：一、不但要善于发现新事物，更要尽可

能早地认识其所含有的科学带头性，即能够识别出这个原理是一个可以产生一系列相似变化的雏形。二、如何才可能把这些具有带头性的科学原理，即这个雏形尽快地沿着相似规律发展成为一个相似系列、一门独立的科学，以推动社会的进步。这是一个需要认真深思的问题。

怎样去发现这个相似的雏形呢？它有哪些特点呢？一般说来应具备：一、是事物的基础；二、具有多种接合性能；三、具有两种以上比较稳定的转化状态；四、掌握了原理并可以控制其转化技术。但这些还是离不开恩格斯说的那句话，各种物体的形式和种类只有在运动中才能认识，离开运动，离开同其他物体的一切关系，就谈不到物体。物体只有在运动中才显示出它是什么。我们祖先只孤立地认识了磁场，而没有再发现与磁联系的电场，更没发现这二者之间在运动中的联系及转换关系。而在外国，法拉第、楞次、麦克斯韦、赫兹等，却紧紧地扣住这个相似关系进行研究，并进一步研究了这一雏形与其他事物的联系，由感性认识上升到理性认识。你看发电机、变压器、电动机、无线电、有线电，哪个离开了磁场与电场呢？哪个能离开电磁场与导线相互运动和相互作用的规律呢？这个磁电互换的带头原理最初相似的雏形便发展成了一个庞大的相似系列，成长为一个不断发展的电子科学体系。

利用相似关系和规律改造客观事物的应用方法

1．按照基本的相似原理和关系，把所要研究的问题区分成一定的相似系统与类别

这是一个重要的步骤，这个方向错了，下面很多事情就会

跟着错，但究竟怎样才能把所研究的问题归入比较恰当的相似类别呢？这是比较复杂的（这里所说的相似类别，只是初级的分类，以后经过分析解剖，还要细致地分成相似单元、层次等），这里是想要在整体或总体上去看待问题，去统筹，去协调，去指导初步的分析，去统率单元对层次结构的关系。

人们对客观事物之所以能进行分类的基础，是他们头脑中先已贮存的经验即“相似块”。人们依据这些“相似块”去对照、分析、比较、鉴别那些纷繁的客观事物属性，再把反映到大脑里来的信息进行过滤，用联想、想象、类比的形象思维方法和归纳、演绎的逻辑思维方法来进行分类，或进行最初的分析。但不管用哪种分析方法，都离不开相似原理。逻辑学上的“三段论”，就是按照相似规律推出相似系列，而形象思维又大都是以宏观和微观的相似现象以及这些现象间的联系为基础的。人们的行动是受大脑支配的，而大脑是受原有贮存的信息所制约的。所以，拟定最初方案分类的人，最好要具有较广博的才能。

另一个要注意的是在人们观察客观世界中往往容易被表面现象、假象和干扰信息所蒙蔽，使我们思想产生简单化、形式化。要克服以上毛病，我们必须认真地运用前面相似关系中所指出的现象与本质、静态与动态、宏观与微观的分析方法来进行分类研究，这样才能透过现象掌握实质。应用系统工程的方法，用相似原理过滤出那些假象和干扰信息，初步规划出整体与部分的模型或类别属性，不致偏离大的方向，使初步分类能比较接近实体。

一个人所经历的生活过程，包含着大量的认识和实践，而这些过程都是深刻的贮存在大脑里的“相似块”。人的思维运

功能够在外界信息进入大脑后自动去耦合、接通、激活这些已存的“相似块”中的信息，而这些“相似块”之间产生相互联系、相互作用，就是如心理学联想学派的所谓“类比律”、“相似律”、“接近律”。有时，同样一件事情调查来的信息，反映到各人的思维活动中，结论又有所不同，这是什么原因呢？这就是人们贮存的“相似块”的不同，联想的结果就不同。所以，分类时要集思广益，才能把事物的相似性分析得接近于正确，那种凭个人头脑一热就作出对总体方案的决定是容易出错的。

2．分类之后，进一步对事物进行详细的解剖分析

我们前面曾经谈到，事物都有其微观结构上的相似，因此，我们可以将其解剖、分解成具体的相似单元、层次，并找出它们之间的本质联系。这种分析是为下一步的综合优化打好基础，其中有些需要变异和移植的单元与层次，还要能按横向相似分成新的类，使之具有和其他事物的那些功能相似、结构相似、几何相似、动力相似性，这样才能跨行业、跨学科建立起新的横向联系，才能在原有的基础上变异。了解这些相似关系与规律，可以指导我们的科研工作有所创造、有所发明。如机床的改革，我们先分析其基本的相似单元部件是齿轮、丝杠、拉杆、凸轮等，而齿轮作为变速单元与电动机通过改变磁场产生的变速的功能很相似，于是就出现了现代机床中用电器控制的“无级变速装置”。而没有第一步对原机床内部功能相似单元的详细分析，就不可能用相似原理发展创造出新型机车。现在数控机床又综合了微型计算机功能，所以作用就更大了。又如，人们发现了高能射线能够影响核酸中的信息组合过程相似于缩短了自然变异中的过程和时间，就把人工放射技术和遗传生物学综合起来，出现了放射性育种学。人们发

现激光能加快某些化合作用的过程，这有点相似催化剂的作用过程. 便形成了激光化学。

3．解剖分析之后便要综合优化

要灵活利用相似的单元、层次不断地排列组合，使之逼近预想模型。这种综合不是甲、乙、丙、丁的凑合，而是要根据客观中的相似关系和规律去进行能动的组合。就象要织一幅新图案一样，图中的点和线可能用的是纬线上的，也可能用的是经线上的，要根据当时的情况而定。根据事物的客观规律组成我们需要的新方案，这种综合，不是照葫芦画瓢，而是一个既同又有变异的新综合。如东风牌140载重汽车，就是在解放牌卡车生产的基础上变异而来，但比解放牌卡车省油，跑得快，载重又多。人们从提拉单晶生长过程联想到云母晶体的人工生长，获得了很大成就。但是，这些优化的变异是要受很多条件制约的。古人说“他山之石，可以攻玉”，就是说，科学技术在综合过程中可以借鉴移植。知道纵向相似，就可以了解过去，推知未来；知道横向相似，就可以“触类旁通”，灵活变异。纵横交错乃是今日科学发展的一大特点。横之所以得当，是从纵向原理联系得来的，而纵向相似的系列却发源于最初共同之相似点上的。这是我们在工作学习中必须牢牢记住的一条原则。

[1] 《列宁全集》第38卷，人民出版社1959年版，第90页。
[2] 同[1]，第159页。
[3] 《毛泽东选集》第1卷，人民出版社1966版，第96页。
[4] 《马克思恩格斯选集》第4卷，人民出版社1972版，第407页。
[5] 《马克思恩格斯选集》第3卷，人民出版社1972年版，第563页。
[6] 爱因斯坦：《物理学的进化》，上海科学技术出版社1962年版。
[7] 《自然科学哲学问题丛刊》，1(1982)30。
[8] 钱学森，《哲学研究》，3(1982)21。
[9] 皮亚杰：《发生认识论原理》，商务印书馆1981年版。

论语言描述的显象结构特点及分类

黄浩森　杨春鼎

一

思维是社会现象，是人类对客观现象的理性认识。抽象思维和形象思维是人类不同的思维类型，它们有各自不同的思维形式结构。抽象思维以概念为思维细胞，通过判断推理等形式结构，来认识世界，表达思想，证明真理。形象思维以意象为基本形式，通过想象来描述形象，把头脑中的意象外化为可感的别人能接受理解的具体形象，以表达思想，显示真理。形象思维必须将思维中的意象进行描述，迹化为思维形象，才能表达思想，交流思想。

意象的描述迹化，就是显象。没有显象，头脑中的思维形象就不能表达出来，当然也就不能交流思想。抽象思维以判断、推理等形式结构来表达思想；形象思维的显象是通过描述的形式结构来表达思想的。意象的描述比抽象思维的判断推理要复杂得多，而且具有鲜明生动和可感的特征，其描述工具和描述手段也是多种多样的。例如，以梅花作为意象，可以运用线条及色彩浓淡在画纸上形成绘画形象结构；运用声音和旋律形成音乐形象结构（如乐曲《梅花三弄》）。此外，还可以

通过雕塑、舞蹈等来描述其形象结构。用语言为工具可以描述文学形象结构。如宋代的爱国诗人陆游写的《咏梅》词：

驿外断桥边，寂寞开无主。
已是黄昏独自愁，更著风和雨。
无意苦争春，一任群芳妒。
零落成泥碾作尘，只有香如故。

这首词以梅花为意象，用带有音乐性的诗的语言进行描述，这就是语言描述显象结构的一种，且属于描述个体自然景物的"个象描述结构"与"景物描述结构"。所有这些，都统称为显象结构。

显象结构与抽象思维的推理论证结构比较，有哪些特点呢？主要有下述四点：

1．可感性

任何对意象的描述都能为人们所感知，人们所以能够感知描述出来的意象，就是因为描述具有显象结构。听觉可以感知声音旋律的音乐形象结构，视觉可以感知色彩线条等绘画形象结构，也可以感知雕塑、舞蹈等静态、动态的立体形象结构。文艺作品则是通过语言描述结构来显象的，文艺的显象结构有其特殊性，它是通过思维的物质补充——语言来间接显象的。口语的语音和书面语的文字只是描述显象的工具，并不象音乐绘画那样直接显象。语言既是抽象思维的工具，又是形象思维的描述工具。理论思维只有推理论证的结构，因而只是抽象地说理，缺乏形象感受。形象思维用语言描述意象具有鲜明的显象结构，也有可感性。一部长篇小说可以画成连环图画或改编后拍摄成电影，成为直接可感的形式，

而一部哲学著作既不能画成连环图画，更不能改编成电影。推理论证的语言和形象描述的语言之间的区别是这样的明显，这就需要我们进行具体深入的研究。

2．完整性

显象结构的完整性是不言而喻的，因为任何客观存在的事物，既与周围的事物有联系，又是独立存在的。事物之间的区别，不仅在于本质属性的不同，而且在于整体形象的差异。没有差异，就不能区别事物，没有相对稳定的整体形象结构，也不能区别事物。例如，新鲜的苹果与塑料制成的苹果尽管在形状颜色方面维妙维肖，但它们的本质属性不同，一是水果食品，一是摆设玩物，不能食用。又如苹果和桔子虽然同属水果，但它们本质上是不同品种的水果，而且色香味形都有差异。如果制成了苹果酱和桔子酱，那么就变成了另一种果酱食品了，人们在感知果酱时，就不再有鲜明的苹果和桔子的形象了。由此可见，人们认识事物，进行思维活动，从某种意义上说，就是从事物的完整的形象结构开始的。那么，人们在形象思维时，进行意象的描述，也必须使显象结构具有完整性。当然，显象结构的完整性是相对的，形象地描述事物，唯求近似，近似律制约着显象结构的完整性。例如，人面对天安门广场人民英雄纪念碑摄影，从照片上看，一望而知这是人民英雄纪念碑，然而照片的显象结构是平面的，而实物是立体的，照片只能显示正面形象，侧面和反面只能用另一组照片从不同角度去摄影，才能显示。

3．系统性

显象结构的系统性是客观事物存在的系统性决定的。纷纭复杂的客观现象，其内在的特征之一就是系统地存在着。银

河系是一个系统，由千万个恒星体组成。太阳系是一个系统，由太阳、九大行星以及许许多多小行星组成。地球也是一个"系统"，有山川、平原、海洋。地球上逐渐形成了生物以后，发展成为三大系统，即植物系统、动物系统和微生物系统。植物界又是花草树木构成的系统，动物界又是虫鱼鸟兽构成的系统。人也是一个系统结构，除了肢体的外形结构系统外，还有呼吸系统、消化系统和血液循环系统等。小至原子也是一个系统，人们用肉眼看不见，但可想象成一个小小太阳系的结构系统，中间是原子核，周围有电子围绕原子核运动，在原子核里面还有质子、反质子，中子、反中子等等。由此可见，从宏观世界到微观世界都是系统地存在的。系统性也是一个美学范畴，杂乱无章往往不能显示美的形象。从社会运动到自然景物都有系统。例如一个太平天国运动的展览会，各个展览室的陈设，从入口处到出口处一般是从金田村起义开始，以时间为顺序，描述胜利的发展，直到定都天京，又描述从胜利到失败，最后被镇压结束。如果是杂乱的陈设，就不能形成系统的概念。

语言描述的是显象结构的系统性，总要反映出事物之间的互相联系的和谐性。例如，草明在《原动力》中对"夕阳"有如下一段描述：

傍晚的太阳是那么大、那么红、又那么圆，它那辉煌美丽的影子投在被晚风吹皱的江面上，撒下了一大片闪亮的鲜艳的玫瑰红的细鳞片。

这段描述把夕阳与周围有关的事物联系起来，形成和谐的系统，因而给人以生动、鲜明的美感。如果只说夕阳大、红、圆，那就缺乏生动的形象感，单调而不能诱发丰富的想象。修

辞学中研究的比喻和语法学中研究的修饰语的使用，往往在系统的描述中使显象鲜明而富于想象力。上述描述夕阳的影子是辉煌美丽的，江面是被晚风吹皱的，夕阳倒影在水中好象细鳞片，这鱼鳞片是闪亮的、鲜艳的、玫瑰红的，把夕阳放在这样一个与周围事物互相联系中来描述，其显象结构系统而有层次，形成一幅“夕照明”的美景。

4．艺术性

人们常说艺术创作要用形象思维，因而就说艺术思维是形象思维，这样说基本上是正确的，但不能说形象思维就是艺术思维。关于这一点，我们已经有过阐述，因为科学研究有时也需要形象思维。形象思维毕竟是艺术家的主要思维方法，形象思维的理论长期以来也主要是艺术家和文艺理论家在研究，因而很自然地把形象思维看作是艺术思维。事实上，形象思维除了科学显象以外，往往带有艺术性。作为形象思维学的应用科学——语言描述学，其研究的语言描述的显象结构的特点之一，就是艺术性。所谓艺术性，就不是逻辑的判断，而是通过形象描述，以艺术的真实显示客观现实的真实，因而语言的描述结构完全不同于抽象说理的推理论证的结构，这就是艺术性的特点。例如，毛泽东同志在《星星之火，可以燎原》一文的结尾处是这样写的：

> 但我所说的中国革命高潮快要到来，决不是如有些人所谓“有到来之可能”那样完全没有行动意义的、可望而不可即的一种空的东西。它是站在海岸遥望海中已经看得见桅杆尖头了的一只航船，它是立于高山之巅远看东方已见光芒四射喷薄欲出的一轮朝日，它是躁动于母腹中的快要成熟了的一个婴儿。

《星星之火，可以燎原》是一篇说理性的政论文，要说明的一个主要的观点是“中国革命高潮快要到来”，这是一个抽象的论断，没有形象感，当然也没有艺术性。在文章的结尾处连用三个形象化的比喻，来显示中国革命高潮快要到来的观点，就能给人以丰富的联想。从描述的具体内容来看，航船靠岸、东方日出、母亲生婴儿，与中国革命之间没有关系，也没有因果联系，从抽象思维的逻辑推论来处理，是无法获得结论的。但显象结构具有艺术性，通过生动的想象，将两个事物之间的相似点联系起来，用形象显示来表达思想，这就有别于抽象的论断。

至于绘画、音乐、雕塑、舞蹈等显象结构具有艺术性，更是不言而喻了。

显象结构有多种艺术形式和科学形式，语言描述的显象结构与其他显象结构有着很大的不同，绘画、音乐、雕塑、舞蹈等艺术显象结构具有直接的可感性，语言描述的显象结构没有直接的可感性，它是通过语言（口头语或书面语）的描述，间接地诱发想象，显示形象。

有人认为语言是思维的物质外壳，语言中的词都是抽象概括的，因而人类用语言的思维都是抽象思维。这个观点是不全面的。这里从描述语言的显象结构特点来谈谈语言描述表达形象思维的形式结构问题。首先同推理论证语言的比较谈起，抽象的逻辑思维的语言形式是表达概念、判断和推理论证的，其最明显的形式结构是推理论证。尽管推理的方法是多种多样的，有演绎推理、归纳推理、类比推理等，演绎推理和归纳推理还有许多小类，但是一篇论说文的逻辑结构，却有比

较固定的形式。往往是首先确定中心论题，然后围绕中心论题运用论据来论证中心论题。一篇比较长的论说文，论据往往是有层次的，一层论据作为分论题，又提出二层论据来论证分论题。可能还有三层论据、四层论据……层层论证。人们常常说一篇议论文要做到纲举目张。纲，就是中心论题，目就是分论题，三层、四层论据，那是子目、细目等等。在安排文章的篇章结构时，语言形式总是要体现这样的逻辑结构。文章的目的在于议论说理，它的重点在于以理服人，力求文章具有说服力。这种抽象的说理是缺乏形象感受的，因而它的结构就是推理论证的结构。

语言描述的显象结构主要特点是在于具有生动的形象感，它通过描绘形象、叙述情节，以事动人，以情感人。它有两个显著的特点：一是语言描述的显象结构具有多样性；二是它总是带有某种情感。

客观存在的事物是纷繁复杂的，这是语言描述的显象结构具有多样性的基础。语言描述与其他艺术形式描述客观事物的显著区别在于语言描述是间接显象，绘画、音乐、雕塑、舞蹈等是直接显象。语言描述还往往具有模糊性和不稳定性，因为语言描述要诱发别人的想象，想象者凭自己的经验来复现、补充、调整语言描述的形象，所以就会出现模糊性和不稳定性。比如，请两位连环画家把长篇小说《水浒》改编成连环画，绝对不会出现完全相同的画面，这是因为间接显象和诱发想象的过程中具有模糊性和不稳定性。又如，同是歌咏黄山、以黄山的奇妙景色为意象的诗，自唐朝到清末，大约有上万首，情趣各异，构图也不同。

语言描述的显象结构的多样性还表现在没有比较固定的

程式。不象推理论证那样有固定的逻辑形式结构。迄今为止，研究文学形象思维的论著中，都还没有提出过形象思维的模式结构形式问题。因为语言描述的显象结构很难概括出几个模式。人脑怎样识别客观事物的形象，至今还是没有解开的谜，要总结出语言描述的显象结构的形式及其规律，当然是困难的。但是人体科学的研究，脑的功能的科学研究，总有一天会解开这个谜，到那时，人工智能的研究将又是一个飞跃。那么，目前研究语言描述的显象结构有没有必要和可能呢？我们认为，既有必要，又有可能。为什么呢？因为语言描述的显象结构与推理论证的结构确实不同，它有着自身特殊的结构形式和规律，因而有必要进行研究。又因为语言描述学是应用形象思维学，从应用科学搞起可以面向具体材料，从生动的、实际的材料出发，可以归纳出一般原理和理论来，因而有可能进行研究。

我们已经对语言描述的基本形式——意象，从形象分割的角度来划分，作了各方面的研究。语言描述的显象结构就是要将各类意象有机地组合成一个整体，大家知道，一幅画就是一幅画象，是由若干子画象构成，子画象又是由更简单的子画象构成，这就是绘画的描述结构。如果一幅名画挂在墙上，可以一览无余，但它是由子画象构成的。有人要临摹这幅画，就要有入手的地方，描绘一个一个子画象，才能形成整幅画面，语言描述的显象结构也同此道理。例如巴金在小说《秋》里有如下一段描述：

湖水静静地横在下面，水底现出一个蓝天和一轮皓月，天空嵌着鱼鳞似的一片一片的白云，水面浮起一道月光，月光不停地流动。对面是繁密的绿树，树后隐约

地现出来假山和屋脊。这一切都静静地睡了。树丛中只露出几点星子似的灯光，湖水载着月光向前流去。

这里描述的是湖光月色的夜景，描绘得细致入微，寥寥数笔将目前景物组合成完整系统的形象，是可感的艺术画面。它不象论说文的语言那样步步推论，而是运用鲜明的意象来构成完整的画象，其中没有论据，也没有论题，而是通过一系列子画象构成画面。有湖水、蓝天、皓月、鱼鳞似的白云，流动着的月光，隐现的假山、屋脊，还有树丛中的灯光和湖水载着的月光。读着这段描述有如身临其境之感，能够诱发读者丰富的想象。

再看下面一段文字：

科学发现的过程是人类对自然规律的认识过程，是人类对整个客观世界认识过程的重要组成部分。因此，它必须以辩证唯物论的普通原理，特别是唯物论的认识论作为指导思想。

这段话表达的是推理论证的结构，是抽象的说理，丝毫也不能诱发读者的想象活动。由此可见，从语言表达思维来看，不同的思维类型，其语言形式结构也不同。

语言描述的显象结构，同用其他描述手段的显象结构一样，富有情感性，可以引起欣赏者喜、怒、哀、乐等情感活动，获得美感享受。当显象结构所蕴含的情感与欣赏者的主观情感契合应和时，则可以引起欣赏者感情上的“共鸣”。

优秀的文学艺术作品，一般都具有比较完善的显象结构，深厚强烈的感情，或者催人泪下，或者令人振奋，或者逗人发笑。一首短诗的显象结构，尽管比较简单，也可以供读者吟赏

品味；一部长篇小说的显象结构，规模宏大，精密复杂，更能够使读者梦绕情牵，爱不择手。如李白的绝句《朝发白帝城》：

朝辞白帝彩云间，
千里江陵一日还。
两岸猿声啼不住，
轻舟已过万重山。

这首绝句没有描述长江三峡的险奇景色，而是描述了一首轻舟迎着朝阳彩云，伴着两岸的猿声，象箭一样飞过了万里山，读后给人以轻松愉快的感觉。可是，陈毅同志写的《重过三峡》虽然也是写的船过三峡，可是由于意象不同，给人的感觉也就不同了，不是轻快，而是昂扬奋进：

山川壮丽欣重睹，
旧梦依稀认血痕。
千万险滩皆稳渡，
水头如剑破夔门。

上两首诗，虽然意象不同，给读者的感觉不同，但毕竟同属诗歌的显象结构，是直接抒发诗人情感的，它们共同的特点是富有情感性，对读者具有感染作用。

显象结构的感染作用，随着显现结构的不同而不同。如诗歌的显象结构与小说的显象结构是不同的，所以给读者的感染作用也不同，前者常用单象的景物描述结构，后者常用群象的人物描述结构，因此前者的感染作用是瞬时的，情感比较单纯，没有起伏，而后者的感染作用是连续的，引起的情感活动比较复杂，起伏变化，悲喜交织。凡是读过中长篇小说，看过故事影片的人，都会有这样的感觉。

动态群象描述结构，给读者情感上的感染作用是渐进的，

不断深入，不断变化的。其感染的过程大致经过感受、感触、感动几个阶段，感动的最高形式就是感情、心理上的“共鸣”。下面，我们从《红楼梦》第二十三回里的一段描写为例来加以说明：

> 这里黛玉见宝玉去了，听见众姐妹也不在房中，自己闷闷的，正欲回房，刚走到梨香院墙角外，只听见墙内笛韵悠扬，歌声宛转，黛玉便知是那十二个女孩子演习戏文。虽未留心去听，偶然两句吹到耳朵内，明明白白一字不落道：“原来是姹紫嫣红开遍，似这般，都付予断井颓垣……”黛玉听了，倒也十分感慨缠绵，便止步侧耳细听，又唱道是：“良辰美景奈何天，赏心乐事谁家院……”听了这两句，不觉点头自叹，心下自思：“原来戏上也有好文章，可惜世人只知看戏，未必能领略其中的趣味。”想毕，又后悔不该胡想，耽误了听曲子。再听时，恰唱到：“只为你如花美眷，似水流年……”黛玉听了这两句，不觉心动神摇。又听到：“你在幽闺自怜……”等句，越发如醉如痴，站立不住，便一蹲身坐在一块山子石上，细嚼“如花美眷，似水流年”八个字的滋味。忽又想起前日见古人诗中，有“水流花谢两无情”之句；再词中又有“流水落花春去也，天上人间”之句；又兼方才所见《西厢记》中“花落水流红，闲愁万种”之句：都一时想起来，凑聚在一处，仔细忖度，不觉心痛神驰，眼中落泪。

这一段描写，很形象生动地叙述了文艺作品的动态群象描述结构作用于欣赏者的审美感官，由感受、感触到感动的过程。林黛玉听戏，一开始感到曲子“感慨缠绵”，还是被动的感受，没有结合自己的主观情感和联想；到了“点头自叹”、“心动

神摇”这一步，引起了“感触”，这是文艺作品的局部形象描述结合自身的经历情感所引起的片断的情感活动；到了“如醉如痴”、“心痛神驰，眼中落泪”之时，才是文艺作品的整体形象描述，引起欣赏者的丰富想象和联想，所引起的感动和心理上的强烈“共鸣”。

形象描述的显象结构，之所以具有感染作用，有如下两方面的原因：

其一，是由于形象描述的显象结构，特别是文学语言描述的显象结构总是溶注了作家本身的思想感情，语言描述的对象是主客体统一的意象，而不仅仅是客观事物的表象。《红楼梦》的作者曹雪芹说：“字字看来都是血，十年辛苦不寻常。”他是含着血泪来写这部小说的。巴金的《家》感动过千千万万个青年读者，其原因也在于巴金是带着一腔深情来创作小说的。巴金说：“我写《家》的时候，我仿佛在跟一些人一同受苦，一同在魔爪下面挣扎，我陪着那些可爱的年轻生命欢笑，也陪着他们哀哭。我一个字一个字地写下去，我好象在挖开我的记忆的坟墓，我又看见了曾经使我心灵激动过的一切。”作家从事文艺创作的形象思维过程中，自始至终伴随着强烈的感情活动，自然灌注在形象的语言描述之中，因此文学作品才会如此感动人，令人心潮起伏。

其二，是由于欣赏者在生活中积累了大量的形象感受，生活本身曾经引起过他各种各样的思想感情的活动，这些日常的形象感受与感情活动形成欣赏文学作品时的情感活动与心理“共鸣”的基础。读者欣赏文学作品时，也要用形象思维，也有形象的想象、联想与再创造。所不同的是，读者的形象思维，不是从形象的感受到形象的语言描述，而是倒转过来的过程，

即：从语言描述的显象结构→经过联想、想象→产生鲜明的意象，最后获得形象的感受。在这样的艺术审美过程中 语言描述的显象结构产生了情感上的感染作用。这种感染作用，既让欣赏者获得了美感享受，又使人们的感情得到发展，变得丰富细腻起来，并在精神愉悦的状态下不知不觉地受到了教育。

形象描述的显象结构，要充分发挥它的感染作用，关键在于形象细节的捕捉与语言描述的准确、生动，要以形传神，溶情于景，寓教于乐。

二

写文章有多种多样的体裁，这和人们的服装一样，在百货商场里琳琅满目，但大别之就是男式女式两种。文章有议论文、说明文、记叙文，还有小说、剧本、散文、诗歌这些文学作品等等。但从语言形式的篇章结构表达思维结构来说，也只有推理论证的结构和描写记叙的显象结构两类。别林斯基曾经说过哲学家用三段论说话，来证明真理。那就是用语言表达抽象思维，以概念判断推理的形式来证明真理，重点在于以理服人。他还说诗人用形象和图画来说话，以显示真理。那就是说用语言表达形象思维，通过想象，对意象进行描述，迹化为思维形象，这就是显象，重点在以事感人，以情动人。形象性是文学作品的重要特点之一，没有形象描述的文学作品是极少见的。如对江水的显象，可以用长江三峡图的绘画形式来显象，那是色彩浓淡和线条的结构；也可以用黄河大合唱的音乐形式来显象，那是音乐的旋律结构。文学的显象结构，是间接的显象结构，通过语言描述以诱发人们的想象。比如，范仲淹

的《岳阳楼记》描述了洞庭湖水的情景，虽不能直接感知，但能在文章的诱发下，在头脑里形成洞庭湖水阴晴变化的思维形象。

抽象思维的判断、推理、论证的结构是多种多样的，例如推理形式就有归纳推理、演绎推理和类比推理等，归纳推理、演绎推理等还有许多小类。语言描述的显象结构更是纷繁复杂，从不同的角度可以分成许多类。按描述结构的繁简，可以分为单象描述结构和群象描述结构；以事物存在方式为标准，可以分为静态描述结构和动态描述结构；以想象方式为标准，可以分为原型（再造）描述结构和虚拟（创造）描述结构；以反映的对象为标准，可以分为人物描述结构和景物描述结构；以情态为标准，可以分为形态描述结构和神态描述结构。下面分别论述：

1．单象描述结构和群象描述结构

语言形象描述的显象结构是由一定的意象单元构成的完整的系统。所谓单象描述结构，是描述单个意象的结构；而群象描述结构则是描述组合意象的结构，它是由许多单象描述结构在一定的时空顺序中有机地组合起来的。

意象是形象思维的基本形式，单象就是单个意象。相对来说，单象也是整体形象，是最简单的意象，是组成复杂形象的子面象。作为形象思维的基本形式意象，与抽象思维的细胞概念有着明显的区别。在抽象思维中运用概念是有层次性的，种概念和属概念之间是个别和一般的关系，例如“牛顿”和“科学家”就是个别和一般，“牛顿”是个别，“科学家”是一般。一般是对个别抽象概括后的高一层次的概念，看不见、摸不着，是一种缺乏形象感受的思维形式。单独概念是不能再划

分的最小的概念，是概念限制的极限。在形象思维中，不能反映个别和一般的关系，例如一幅牛顿的画象，那就是单象；若再画上爱因斯坦、哥白尼、伽利略等，那就是一幅群象图。但绝对画不出抽象的"科学家"的形象来。在群象图中每一位都是组成群象图的单象，也就是子画象和画象的关系，是局部和整体的关系，从形象方面描述是体现不出个别和一般的。群象描述是由单象描述构成的，是复合结构。例如一幅黄山奇松、怪石、云海图，是群象描述结构，是由树、石、云组合而成的复合结构。树也不止一棵，若干棵树组成子画象，作为整个景物画的部分。若干棵树中的每一棵树都是单象，是更简单的子画象。单象也是由部分组成的，还可以分割成若干部分，不象单独概念那样不能再划分了。比如一棵树由树杆、树枝、树叶等组成，每一张树叶也是一个单象，树叶还会有叶柄、叶面等组成。画家作画总有落笔的地方，总是由较小的子画象构成较大的子画象，然后再构成整幅画象。

语言描述的显象结构不同于绘画，绘画可以直接从画面上看到显示的实物的具体形象，而语言描述的显象结构则是描述者运用头脑中形成的意象，通过描述速化为思维形象，去诱发他人的想象，用形象显示真理来交流思想。语言是描述意象的工具，它本身不能直接显示实物形象，而是间接显象。因而有人认为，用语言表达的思维不可能是形象思维，其实这种意见具有片面性，他们没有把推理论证的语言和描述的语言区分开来。描述的语言可以间接显象，语言描述也有显象结构，它不是运用概念作出判断，展开推理论证，而是从局部描述开始，进而形成单象，然后由单象构成群象，以至整个场面，自始至终都以形象来显示思想，思想蕴蓄在形象的描述过

程中。例如，下面一段是《赔情》中对县委书记的描述：

> 太阳快落山时，县委书记王丰从公社回来。他和李步远年龄相仿，中等个儿，宽宽的额头，大大的鼻子，嘴巴稍阔，一对眼睛灵活、明亮而有神采。这人极不讲究衣着修饰，说不清他留着什么样的头发，他穿着一件旧白背心，胸部和胳膊上的肌肉隆起来；挽着蓝布裤腿，和李步远一样，赤脚穿一双条绒布面松紧鞋。

这里描述的是一位县委书记的单象，没有推理论证的说理，而是栩栩如生的形象，县委书记的性格、品德是通过意象描述过程中显示出来的。眼睛灵活、明亮而有神采，说明是一个干练的干部；胸部和胳膊上的肌肉隆起来，说明具有不脱离劳动的好品质。这些思想都是蕴含在形象的描述中的。这里是语言描述的显象结构，单象描述是从部分到整体。在叙述是中等个儿以后，从头发、额头、鼻子、嘴巴、眼睛，以至胸部、胳膊和赤脚，一部分一部分描述，加上衣着外表，形成整体结构。语言描述的显象结构，总是由局部到整体，由子面象复合成整体形象，这就是与抽象思维的主要区别所在。

下面看一段群象描述结构：

> 中稻开始收割了。一队队、一群群的社员们，踏着金色的朝阳向田间走去。小伙子们背着"菱角桶"，在阳光的照映下，张张扮桶都是绯红绯红的；姑娘们挑着箩筐，手捏着镰刀敲得叮当叮当地响。一会儿，遍地响起了"嚓嚓嚓"的割禾声，紧接着就是"乒乒乒"的打禾声；还有歌声、笑声，满天飞扬。我觉得，这儿的每一片绿油油的草叶，都在喜悦地颤动着哩！我向那广阔无边的田野跑去，望见路上送谷的人牵线不断，好象无数条黄龙，

摇头摆尾地向村里绕去。

这是收获景象的群象描述，不仅有小伙子和姑娘们的群象，而且有声有色地描述了广阔的收打场面和送粮的人流。分析起来，是由许多单象——子面象组成的群象描述结构。至于一首完整的诗和一部完整的小说，也是由更为复杂的群象描述结构构成的。

由此可见，语言描述的显象结构最基本的是单象描述结构和群象描述结构。

2．静态描述结构和动态描述结构

无论是单象描述结构还是群象描述结构，都有静态和动态两种情况。客观事物的相对静止状态是静态描述结构的基础。静态描述结构好象绘画，一笔笔勾画，形成一幅固定的画面。语言描述是通过一个个静态的子面象的描述，组成复杂的面象。例如，碧野在《汉水上游丛山间》中对“梯田”有一段静态的描述结构：

山上山下，一层层绿色梯田，把荒山堆砌得象一座座琉璃宝塔。田水反射着阳光，象数不清的眼镜，照亮了深山莽林。依山开出的梯田，最高的竟达八十六层，真象是架了云梯上青天。

这是一幅静态的群象描述结构图，通过几个子面象把梯田的色彩形状，田水反射阳光的奇景，以及象架梯上青天的壮观，和谐地组成整体形象。静态描述结构往往用于对静物的描绘，其语言往往是描写性的。

客观事物的绝对的运动以及经常处于发展变化的状态，则是动态描述结构的基础。动态描述结构往往用于对运动发展中事物的记叙，其语言往往是叙述性的。例如张力平在《常

绿竹》中对竹子的一段描述，就是动态描述结构：

> 竹子刚劲、清新、生意盎然。当春风还没有融尽残留的余寒时，新笋就悄悄的在地上萌发了，春雨一下，它就破土而出，请春风拂去层层笋衣，换下一身嫩绿的新装，活象天真活泼的小姑娘，婷婷玉立在一片春光里，到了盛夏，它舒展开长臂，抖起一片浓郁的青纱，临风起舞，婀娜多姿。暑往寒来，万木凋零，它却绿荫葱葱，苍翠欲滴，笑迎风霜雨雪。

这段描述运用了比拟、比喻等修辞手法，写得生动活泼。对竹子的描述以春夏秋冬的次序反映其发展过程，叙述得层次井然，发展变化与季节的更替相协调，显示了竹子的动态发展过程。

静态描述结构和动态描述结构往往是交错在一起的，因为客观事物常常是静中见动，动中有静。语言描述就是对客观事物的静态描绘和动态叙述，因而语言描述的显象结构，一般是静态和动态相辅相成的显象结构。例如，刘白羽在《昆仑山的太阳》中有如下一段描述，就是静态和动态互相结合的。

> 当我从飞机翘首仰望，就在这一刹那间，象有一道闪光一下震颤我的心灵。我看见的是何等雄伟，浩瀚、瑰丽、神奇，云浓雾密、莽莽苍苍、巍巍然横空出世的昆仑山了。拂御着飒飒天风，横扫着茫茫云海，我向下俯视，从昆仑山上冲激下来两条汹涌澎湃的巨流，东面一条是玉龙喀什河，又叫白玉河；西面一条是喀拉喀什河，又称墨玉河。它们势如奔马，宛若游龙。它们发源于帕米尔原始森林之中，直冲昆仑山而下，水流湍急，转眼

飞逝，现在在灼热阳光照耀之下，迂回旋卷有如碧玉连环。

这里既有静态的横空出世的昆仑山的显象结构，又有动态的势如奔马、宛若游龙、水流湍急、转眼飞逝的河水的显象结构，面对相对静止和不断变动的客观事物，语言描述就有动静结合的显象结构。

3．原型描述结构和虚拟描述结构

语言描述的显象结构以想象方式为标准来划分，可以分为原型描述结构和虚拟描述结构。原型描述结构是通过再造性想象，对事物的原型进行说明性的显象结构。说明文往往是对客观事物进行描述，其显象结构比较具体、细致、精巧。例如著名的说明文《核舟记》，就是原型描述的显象结构。雕刻家可以根据语言描述复制原来实物的形象。原型描述结构必须给人以具体生动的真实感。原型描述结构也有单象、群象、静态、动态之分，只是从说明性语言再造实物原型形象的角度指出它的特点罢了。下面一段是陈大斌在《奉献清香和甜蜜的土地》中对"火焰山"的实景描述：

> 火焰山，全是裸露着的红色砂岩，没有任何土壤草木覆被。在干旱、酷热而又多风沙的吐鲁番盆地，站在灼人的阳光下，迎着扑面的热风热浪，看风尘迷茫的红色山岩，真象一堆堆燃着烈焰的炭火，山顶的风尘，恰象火堆上飞腾的烟云。

这段描述与说明文《核舟记》的描述不同，这里有抽象的判断，也有形象的比喻，但都是为了描述火焰山的实景原型的。它能诱发人们的再造性想象，以构想火焰山的具体景象。

虚拟描述结构是通过创造性想象，以描述幻想中事物的

显象结构。文学作品中的典型形象也往往是虚拟描述的显象结构，梦幻、悬念、幻想中的事物形象都有虚拟的特点。无论是单象、群象、静态、动态的虚拟描述，都不是现实真实的事物形象。例如，安徒生在《卖火柴的女孩》中的下面一段描述，就是虚拟描述的显象结构。

她在墙上又擦了一根火柴。火柴把四周都照亮了；在这亮光中老祖母出现了。她显得那么光明，那么温柔，那么和蔼。

“祖母！”小姑娘叫起来。“啊！请把我带走吧！我知道，这火柴一灭掉，就会不见的，你就会象那个温暖的火炉，那只美丽的烤鹅，那棵幸福的圣诞树一样不见的！”

于是她急忙把整束火柴中剩下的那些都擦亮了，因为她非常想把祖母留住。这些火柴发出强烈的光芒，照得比大白天还要明亮。祖母这次特别显得美丽和高大。她把小姑娘抱起来，搂在怀里。她们两人在光明和快乐中飞走了，越飞越高，飞到既没有寒冷，也没有饥饿，也没有忧愁的地方去了——她们是跟上帝在一起！

虚拟描述结构也是真实显象，只是通过艺术真实的显象来曲折地反映现实生活。上述《卖火柴的女孩》中的这段描述就是通过高超的艺术手法来反映现实真实的。虚拟的结构在现实中都能找到其影子。虚拟只是对现实事物原型的曲折反映罢了。

修辞学中研究的示现手法往往是虚拟描述。例如茅盾在《春蚕》中有如下一段描述：

虽然他们都负了天天在增长的债，可是他们那简单的头脑老是这么想：只要蚕花熟，就好了！他们想象到一

个月以后那些绿油油的桑叶就会变成雪白的茧子，于是又变成叮叮当当的洋钱，他们虽然肚子里饿得咕咕地叫，却也忍不住要笑。

这是一段预想示现，采用了虚拟描述的显象结构。把尚未成为现实的情景或可能不会实现的情景描绘得如在眼前。既然是尚未成为现实的情景，怎么会有显象结构呢？这就是因为虚拟的情景也离不开现实，是现实的曲折的影子，虚拟是以现实为基础的。完全脱离现实的虚拟也是根本不可能的。这也说明了艺术真实必须以生活真实为依据。虚拟不是胡编，虚拟描述不是胡编乱造。胡编乱造的东西，既离开生活真实，也不符合艺术真实，其显象结构必然是混乱的，不合生活和艺术真实的。

4．人物描述结构和景物描述结构

文学作品要描述典型环境，要塑造典型人物形象。人物都是在一定的环境中活动的，景物描述都是为人物活动提供背景的。在山水画、花鸟画、动物画中，虽没有人物，但一定渗透着作者的思想感情和审美观点。文学是人学，一般来说，为描写景物而描写景物的情况是少见的，语言描述景物的显象结构，往往是陪衬和烘托人物的活动。因而在文学作品中的景物描述和人物描述是相辅相成的，具有内在的密切联系。有些单纯的景物描述结构，往往是写景抒情，反映作者的情感。例如：欧阳修的《采桑子》词二首：

其　一

轻舟短棹西湖好：绿水逶迤，芳草长堤，隐隐笙歌处处随。
无风水面琉璃滑，不觉船移。微动涟漪，惊起沙禽掠岸飞。

其　二

群芳过后西湖好：狼籍残红，飞絮濛濛，垂柳阑干尽日风。

笙歌散尽游人去，始觉春空。垂下帘栊，双燕归来细雨中。

这是两首对景物的显象结构的描述，它们通过对安徽颍州西湖优美风景的描述，抒发了作者——一个封建士大夫的闲情逸致。这是对群象的、动静结合的，经过艺术加工剪裁了的、原型结构描述；有声有色，有景有情，鲜明生动的综合描述。作者在形象思维的过程中，也就是在对原型景物进行艺术加工的创作活动过程中，将整体画面进行子面象的分析，在分析过程中渗入作者的思想感情和审美观点，然后进行综合描述，形成整体的面象结构。这个初步综合——子面象分析——整体综合描述的过程是景物描述结构的能动过程，也是人脑识别形象的思维加工过程。形象思维的形式是有结构的，语言描述景物的显象结构必须经由上述过程，才能形成思维形象。作家通过语言文字为载体，描述表达，以诱发听众读者的想象，这也是交流思想。别林斯基说过哲学家用三段论来证明真理，诗人用形象和图画来显示真理。证明是抽象思维的逻辑结构，显示是形象思维的描述结构。抽象思维的三段论是个别、特殊、一般的蕴含结构，是归纳演绎的思考过程。形象思维的显象结构不可能表达抽象的一般，而是对形象画面的分析综合，通过子面象的分析，综合描述为整体形象，是分析综合的形象反映过程。

景物描述结构如上所述，人物显象结构的描述也是这样。总是先分析为局部，然后综合描述为整体结构。抽象思维可以把教师、作家、记者等概括为知识分子的一般的概念。而形

象思维只能描述个别的典型人物形象来显示一般，在描述个别的典型人物形象时，必须通过显象结构。文学作品就是通过语言描述来塑造典型形象的，这就是人物描述结构。且看张扬在《第二次握手》中，对女主人公丁洁琼的一段描述：

> 苏冠兰透过嵌花格的窗玻璃，漫不经心地打量着这位装束华贵、器宇不凡的女客人。她穿着淡咖啡色裙装，敞领中衬着乳白色印度绸纱巾，别着一枚硕大的红宝石胸针，披着深紫色镶黑格呢绒斗篷，身材修长，仪表端庄。她那璧玉般皎洁的面庞上，嵌着一对引人注目的丹凤眼，乌黑发亮的长长的卷发，在脑后盘成一个隆起的高髻，显得别有风韵。然而，她的整个面庞却显得淡漠、冷峻、毫无表情。

这是一段细腻的人物描述显象结构，是一个女专家的典型形象，读者在阅读这段文字后，能受诱发想象而反映到脑子里形成一个生动鲜明的形象，她既有个性，能区别于其他女专家，又是典型，她身上有同类女专家所共有的特性。语言描述就是以人物描述的显象结构去显示一般，而抽象思维则是以抽象的一般的概念包含个别，并且不顾形象的特征，也不可能反映形象特征。因而人物描述结构也是综合——分析——综合的结构。苏冠兰首先反映到脑子里的是一位女客人，这是初步综合，然后全身上下进行了面象的分析，最后综合描述成整体的女专家的显象结构。整体——局部——整体，综合——分析——综合，这就是语言描述的显象结构及其规律。

5．*形态描述结构和神态描述结构*

形态描述的结构往往是正面的外表的显象，神态描述结构则是侧面的内蕴的描述结构。

一般来说，形态描述结构是比较清晰的、外露的、直接的显象结构。神态描述结构则是比较模糊的、内蕴的、间接的显象结构。所谓正面描述，就是直接描述形态；所谓侧面描述，就是间接描述神态。例如茅盾在《秋收》中描述老通宝的脸，就是形态描述结构。

当他在洗脸盆的水中照见了自己的面相时，却也忍不住叹了一口气了。那脸盆里的面影难道就是他么？那是高撑着两根颧骨，一个瘦削的鼻头，两只大廓落落的眼睛，而又满头乱发，一部灰黄的络腮胡子，喉结就象小拳头似的突出来；——这简直七分象鬼呢？老通宝仔细看着，看着，再也忍不住那眼眶里的泪水往脸盆里直滴。

这里直接描述了蚕农老通宝遭洋货倾轧，受到重大打击后心灵上的创伤，以及病后憔悴的形态。

再看下面一段梁斌在《红旗谱》中的一段神态描述结构。

运涛一面想着，心里快乐起来，两只眼珠，看着湛蓝的天上老半天。他说："春兰！我看看你的手。"

春兰回过头来问："你看俺手儿干吗？"

运涛说："我早就看见你的两只手，细溜儿长的手指。就没敢摘过，连看也不敢正眼看一下。"

春兰抿着嘴儿笑，说："俺晨挑菜，夜看瓜。春种谷，夏收麻。长着什么好手呢？给你，看个够！"一下子把手伸给他。

当运涛要握起春兰的手的时候，春兰一阵羞红扑在脸颊上，运涛的两只手也打着抖缩回去。两个人坐在小窝铺上说话答理，说不完心里话。

这段描述从字面上看是运涛要看春兰的手，春兰把手伸

给运涛看，于是两人坐下来谈心。而实际上是描述了青年男女含情脉脉的神态，它的主题是描述情爱，而没有直接表露出来，通过对话和动作的描述，诱发读者的想象却是一对朴实含情的青年男女在交流心里话。伸手看手的形态描述是表面的，只是表现主题的外在显象结构，内蕴的含情脉脉的神态显象结构，却留给读者去想象。这就是语言描述神态显象结构的特点。形态和神态是对立的统一，相辅相成的。神态描述结构是寄寓于形态描述结构之中的，脱离形态的神态是不存在的。形态描述结构不内蕴神态描述，就不可能表达深刻的主题思想。这些就是形态描述结构和神态描述结构之间的关系。

6．正面描述结构和侧面描述结构

客观事物的形象，其外部形态都是立体的。存在于三维空间（有长度、宽度和高度）之中。面其内在属性的显示也有直接与间接之分。因此，为取得描述的立体效果，需要从多种角度进行直接或间接的描述，把正面描述和侧面描述结合起来。

正面描述结构是对客观事物外部形态的主要侧面及其内在属性的直接描述。客观事物外部形态的各个侧面并不是“平分秋色”的，总有主次之分，总有一个侧面是最主要的，它构成形象描述的主要内容。如文学作品中对人物肖像的描写，一般总是从正面描写一个人的脸面，较少去描写一个人的后脑勺、鬓发和耳朵。如姚雪垠在长篇历史小说《李自成》中是这样描写李自成肖像的：

在大旗前边，立着一匹特别高大的、剪短了鬃毛和尾毛的骏马。浑身深灰，带着白色花斑，毛多卷曲，很象龙

鳞，所以名叫乌龙驹。……如今骑在它身上的是一位三十一二岁的战士，高个儿，宽肩膀，颧骨隆起，天庭饱满。高鼻梁，深眼窝，浓眉毛，一双炯炯有神的、正在向前凝视和深思的大眼睛。这种眼睛常常给人一种坚毅、沉着、而又富于智慧的感觉。

这是一种对人物外部形态的正面描述结构。一个作家要由表及里、形神统一地塑造典型人物形象，当然还需要从语言、行为、心理活动等方面直接去描述刻划。如《红楼梦》中抄检大观园一回中关于"晴雯倒箱子"的一段描述：

袭人方欲替晴雯开时，只见晴雯挽着头发闯进来：“豁啷”一声，将箱子掀开，两手提着底子，往地下一倒，将所有之物都倒出来。王善保家的也觉没趣儿，便紫胀了脸，说道："姑娘，你别生气。我们并非私自就来的，原是奉太太的命来搜察；你们叫翻呢，我们就翻一翻。不叫翻，我们还许回太太去呢，那用急的这个样子！"晴雯听了这话，越发火上浇油，便指着他的脸说道："你说你是太太打发来的，我还是老太太打发来的呢！太太那边的人我也都见过，就只没看见你这么个有头有脸的大管事的奶奶。"

这段正面描述，充分显示了"身为下贱、心比天高"的晴雯对封建统治者的压迫凌辱拚死反抗的性格。

侧面描述结构是对客观事物外部形态的次要侧面及其内在属性的间接描述。侧面描述看起来不如正面描述那样重要，却是取得描述的立体效果所不可缺少的。苏轼诗云："横看成岭侧成峰，远近高低各不同。不识庐山真面目，只缘身在此山中。"看山如此，画山如此，写人也是如此。在文学作品中，对景物和人物，虽以正面描述为主，有时也有一定的侧面描写。

如托尔斯泰在《安娜·卡列尼娜》一书中，为了写出安娜的雅丽，不仅从正面描绘了她的面孔，她的眼神和表情，也从侧面描绘了她颈部散披着的“卷曲的发鬈”。这与中国古典小说所描写的“鬓如蝉翼”有民族的和历史的区别。周立波在《山乡巨变》中先从正面描述农村姑娘盛淑君朴实健康的外貌：“她站起来时，辫子弯弯地搭在她的丰满的鼓起的胸脯上。……”接着，又作了侧面描写：

从侧面，她看到她的脸颊丰满，长着一些没有过脸的少女特有的茸毛，鼻子端正，耳朵上穿了小孔，回头一笑时，她的微圆的脸，她的一双睫毛长长的墨黑的大眼睛，都妩媚动人。

这样的侧面描述同正面描述相结合，使盛淑君的形象更具体生动了。

在小说中，关于人物典型性格的侧面描写，往往是通过复杂的人物关系及其有关的言行和心理描写来表现的。如《红楼梦》中有一回写到丫环金钏跳井死后，薛宝钗与王夫人的一段对话：

王夫人点头叹道：“你可知道一件奇事？——金钏儿忽然投井死了！”宝钗见说，道：“怎么好好儿的投井？这也奇了！”王夫人道：“原是前日他把我一件东西弄坏了，我一时生气，打了他两下子，撵了下去。我只说气他几天，还叫他上来，谁知他这么气性大，就投井死了。岂不是我的罪过！”宝钗笑道：“姨娘是慈善人，固然是这么想；据我看来，他并不是赌气投井，多半他下去住着，或是在井旁儿玩，失了脚掉下去的。他在上头拘束惯了，这一出去，自然要到各处玩玩逛逛儿，岂有这样大气的理？纵然有这

样大气，也不过是个糊涂人，也不为可惜。”

这段对话，既从侧面显示出金钏的刚烈性格，又生动地表现了王夫人的伪善和薛宝钗的善于奉承而又貌似温和、内心冷酷的性格特征。

7. 科学描述结构和文学描述结构

科学描述结构主要按照自然的规律对形象进行客观的描述。用语言真实地“再现”客观事物的情貌，其特点是一般不带有描述者自己主观的思想情感。如医生在病历记录中对病人脸色、神情、脉象所作的语言描述，就是如此。自然科学工作者，在野外进行资源和生态考察时，其语言描述也应当如实地进行全面的记录。如中国科学院动物研究所鱼类组与无脊椎动物组在《黄河渔业生物学基础初步调查报告》中，是这样描述黄河在兰州附近的河道情况的：

> 从洮河会口起至兰州一段黄河本流的峡谷地区，水流湍急，底多砾石。到兰州进入盆地，河面比较开阔，水色渐见混浊，河中多沙滩，宽大的长滩长可达9公里，宽2公里。兰州以下15公里，黄河进入桑园峡，转向东北流，以下有大峡、乌金峡、红山峡、黑山峡。峡内河宽150公尺左右，谷深100～300公尺。诸峡有险滩、旋涡30余处，水势湍急，诸峡中有山沟40余条。在峡与峡间穿行局部盆地。河面开展，流缓浪平，沙滩参差。

以上描述没有抒发描述者主观审美情感的语词或句段，均是客观的形态描述，并穿插有较严格的观测数据，而不用“雄伟”、“壮阔”等带有审美情感的模糊形容词。因此，这是科学的描述结构。这种描述主要为科学研究提供依据，而不是供审美欣赏的。

文学描述结构则不同。它主要按照艺术美的规律对形象进行客观与主观相统一的描述，将客观事物情貌的“再现”与主观思想情感的“表现”结合起来。一个作家在小说中描述人物的肖像时，总是将自己的审美情感溶注其中，爱憎比较分明，这与医生的病历记录是截然不同的。诗人笔下的江山自然景色，都不是纯客观的描绘。如唐代诗人王之涣的《出塞》：

黄河远上白云间，
一片孤城万仞山。
羌笛何须怨杨柳，
春风不度玉门关。

这首诗也同样是描写塞外黄河景色的，它就不是纯客观地描述黄河的地理景观，而是结合抒发了诗人的思想情感，表现诗人对塞外征人苦寂生活的同情。再如郦道元在《水经注》中对长江三峡的描绘：“自三峡七百里中，两岸连山。略无阙处，重岩叠嶂，隐蔽天日。自非亭午夜分，不见曦月。”《水经》虽然是地理著作，但郦道元的注却是优美的散文，他的描述用了文学描述结构，而不是科学描述结构。其特点是在他的描述中结合了自己的审美情感，用了许多富有感情色彩的词语，构成了可供读者审美的形象画面。

科技情报工作的科学技术

钱 学 森

最近看到《陕西情报工作》1983年第1期有一篇很短的文章[1]，是祝贺我国两个刊物——《情报科学》和《情报学刊》创刊三周年的，它提出了这么一个问题：以前对于科技情报工作，我们主要是从工作的角度来看待的，就是有这样一件事情，有这么一项很重要的工作。但是我们没有从科学技术的角度来对待情报工作，没有把情报工作的科学技术问题作为一门学问来考虑。短文说，三年前《情报科学》和《情报学刊》创刊，才标志着科技情报工作作为一门科学，作为一门技术来看待。这些话是很有启发的。因为，我回想，差不多半个世纪以前，还是我当研究生的时代，那时候，我所依靠的无非是学校图书馆的管理员，要他帮助把期刊、书籍搞到手。情报工作在我的概念里几乎是没有的，不存在的。因为当时科技文献的数量还不算很大，我作一项研究也就是读有关的文献，好象不需要什么情报工作帮忙。后来，经过将近半个世纪的发展，情况发生了很大的变化。国防科委成立初期，聂荣臻同志就很重视情报工作，在1956年建立第五研究院的时候，就设置了情报研究机构。但是，现在回顾，当时我们所用的办法，我们对情报工作的概念，比起现在来是很原始的。从那时到现在有一个非常

重要的变化，就是图书、期刊和其他资料的数量有了飞跃的增长，一个人想靠自己的力量去找齐有关文献是不大可能的了；与此同时，由于现代科学技术的发展，特别是电子计算机、电子技术的发展，情报工作的手段是大大地发展了。我曾经写过一篇文章[2]，主要是讲现代技术，特别是电子技术、电子计算机的发展对于情报工作今后发展的影响。但是，现在来看，我在那篇文章里所写的已是很不够了，特别是没有把科技情报工作作为一门科学技术来考虑。所以，在这篇文章里我想着重地讲讲情报工作，特别是科技情报工作，以及国防科技情报工作，作为一门科学技术来考虑的一些意见。

开宗明义，必须强调我们研究情报这一门科学技术，一定要用马克思列宁主义、毛泽东思想的立场、观点、方法来做。或者换一句话说，我们必须用马克思主义的哲学来指导我们研究情报科学技术。为什么是这样呢？因为，从工作的开展、所使用的技术、取得的成绩来看，美国等发达国家比我们确实先进很多。那么，我们当然要学他们好的东西，但是也必须说清楚，就是在学他们的所长的时候，千万不要把他们的所短，把他们的错误也都学来。我们做这些工作的时候，脑子里要有条弦，就是马克思列宁主义、毛泽东思想，就是马克思主义哲学，就是辩证唯物主义和历史唯物主义，不然的话，我们可能会好心办错事。

一

第一个问题，什么是情报？这个问题，在过去这几年，我们国内也有很多的议论，有各式各样的说法。在《情报学刊》

1983 年第 1 期上，有一篇黄耀煌写的文章[3]，关于情报定义的描述他就列举了三十七种说法，他举的第一个说法是这么讲的："情报总是一件事情，或者是一种知识，这内容对于有一部分人应该知道而还不知道，因而需要情报机构人员概括、组织、编纂、加工、评价，然后经过交流的工作，传递的工作，送到对象那里去。"还有一种讲法是："情报是意志、决策、部署、规划、行动所需要的知识和智慧。"还有的说情报是信息，等等。在同一篇文章里，还附录了构成情报的许多要素，一共有二十九个要素。譬如说，知识是要素，智慧是要素，传递、传播、报道是要素，系列化是要素，特定的需要是要素，反馈与预测是要素，新的知识是要素，使用价值也是要素，效用、分类性、什么客观的、可以接收和储存的、先进性、载体语言与符号、主观性、时间、杂伪、信息性、衰变性、不均匀性、相关性、随机性、增量的等等，一共有二十九个要素。这些提法，我觉得都有它对的一部分，我们可以很好地研究一下。我们能不能够把情报这个概念科学地明确一下？我现在试图提一个，看对不对？我理解，情报就是为了解决一个特定的问题所需要的知识。这里头包含了两个概念：一个就是它是知识，不是假的、乱猜的，应该是知识。再有一个，它是为特定的要求，也就是为特定的问题提出来的，所以，及时性和针对性是非常重要的，人家问的是这个问题，你回答的是另外一个问题，那当然不行。所以，我想把这么许多意见概括起来是不是可以说：情报就是为了解决一个特定的问题所需要的知识，要注意它的及时性和针对性这个要求。那么从这样一个概念出发，就要考虑考虑情报和知识是不是完全等同的。这就要求再深入一步，说明什么是知识？

有一个习惯的说法，情报是一种资源。现在还说人力资源。可是资源这两个字，怎么用法，值得斟酌。这不是一个随便的问题，资源指的是物质的自然资源，马克思在《哥达纲领批判》中是讲清楚了的。资源应该是物质的，是客观存在的，我们才去利用、开发这个资源。从这意义上讲，人是物质的，人也是客观存在的，所以说开发人力的资源，我觉得还是可以这么用。那么，知识是不是物质，我觉得知识、文化，似乎不能够把它看作是物质的东西。我们说知识，譬如说一本书是知识，我们决不是说是印这本书的那些纸和这本书上印的那些油墨，我们不是指这个，这是物质的；我们是指这本书里面所包含的人认识客观世界的一些信息，或者思想。那么，这是不是物质，这是唯物主义或唯心主义的大问题。我觉得这样一个问题应该慎重地研究。因为现在西方的哲学界里有各式各样的议论，很混乱。为了避免混乱，我认为知识、文化应该用另外一个更概括性的词，把它总括起来，应当用"精神财富"这样一个词[4]。

我们知道，人认识客观世界的成果，是从有了语言文字以来，已经长期不限于认识个体自己所有了，它是公之于集体的，传之于后代的，也就是成了公有的知识文化的财富。这就是我们讲的精神财富。如果再进一步明确一点的话，那就是精神财富必然受创造它的人的主观意识的影响。封建主有他看问题、分析问题的立场和观点，资本家有他看问题、分析问题的立场和观点，他们都有局限性。当然，在认识客观世界，也就是认识社会和认识自然的不同范畴里面，这种局限性的表现形式和它的程度是有所不同的。但从总体上来看，人的主观意识，阶级倾向，对精神财富的影响，那是不可否认的。在我们国家，精神财富必须是促进社会主义建设的，有利于社会

主义文明的。所以，说得更准确一些，在我们国家，精神财富要加一个限制词，就叫社会主义的精神财富。再有一点，就是精神财富不是哪一个人能够独立创造出来的。我们现在有的财富，那是上下几千年全人类的劳动结果，今天任何一个人如果还想对这个财富增加一点点的东西，他也必须首先有知识，有文化。这就是说，今天作为一个认识主体，来认识客观世界，那么，打交道的还不光是客观世界，我们一开始就要同精神财富打交道。这样说来，我们似乎对经典的哲学应该加一点补充，就是人认识客观世界的过程中间，起作用的有三个方面：第一个是人，这是认识主体；第二个是客观世界，这是认识的对象；还有第三个，就是精神财富，那是全人类所创造的认识客观世界的工具。

我们说三个方面，但是必须明确，客观世界，也就是物质，这是第一性的。起认识作用的人的意识，也就是精神，这是大脑的产品，或者说，是大脑这一物质的活动的一个表现。所以，意识或者精神，是第二性的，因为它也是物质的大脑所产生的。那么这里的第三个，精神财富，那是人类创造的，反映了人对客观世界的认识，这个当然也是第二性的。这个说法比起经典的马克思主义哲学有了一点儿发展，就是客观世界和作为认识主体的人之外，加了一个精神财富这样一个不同于这两个东西的第三个东西。但是，马克思主义哲学的根本原理没有变，物质是第一性的，精神是第二性的。

我这样一种说法，一方面是吸取了一点新的东西，这新的东西就是英国的哲学家，或者叫科学哲学家卡尔·波普尔的一些说法，但是也批评了、反对了卡尔·波普尔的二元论的说法。波普尔很出名，英国还封了他爵士。他对于现代科学有

些看法，提出了三个世界的理论。在他这三个世界的理论里头，强调了精神财富这个领域，这一点是对的。但是在他看来，这三个世界都是等同的、独立的，世界1就是客观世界，世界2就是精神世界，世界3就是知识世界，而且他强调这三个世界都可以独立地发展，这就搞乱了。

特别让人家很难接受的就是说这个知识世界，它自己有独立性，自己可以自由自在地在那儿发展。这是十分荒谬的了。知识是人去创造的嘛，知识怎么能独立自主地在那儿发展呢！所以，波普尔实际上是陷入了哲学二元论。这在资本主义国家的这些哲学家是不能理解的，因为他们没有马克思主义哲学，不懂得辩证唯物主义。我说这一段话的意思就是要强调这个知识的领域，也就是精神财富。精神财富不是物质，它是人的意识、人的精神在认识客观世界过程当中所创造的东西。我的意见就是把情报说成是资源这好像不大妥当，因为情报不是物质的。我们应该说情报是一种特别的精神财富，是一种特别的知识。

那么这个特别，特别在哪儿？我觉得说特别，是不是可以用这么一个词，就是情报是激活了、活化了的知识，是激活了、活化了的精神财富。那么，什么叫活化了、激活了呢？我觉得，回答这个问题就在于我们要给情报下个定义：情报一方面是知识；另一方面，对情报有个要求，就是它要针对某一问题，有及时性、针对性的需要，这是情报的一个非常重要的因素。在过去这两三年的讨论中，对这个问题也是反反复复提到的，那么刚才我把它概括起来，提了一个对情报的定义，这里头就强调一是知识，二是它有及时性、针对性。及时性、针对性就是说它不是一般的知识，而是针对某一问题，你要把它提出

来，这一提就是激活了、活化了。我们常常说情报资料，我看现在要把情报和资料分开，情报之所以能产生，离不开资料，但是资料不等于情报。我们的这个工作领域是包括资料的，但是，情报还要经过一个活化、激活的过程。也就是说，僵死的资料不是情报，情报是激活了、活化了的知识，或者精神财富，或者说利用资料提取出来的活的东西。

二

我们为了取得情报，就必须积累资料，所以，我们说，情报事业或者叫情报工作当然要包括资料、图书、档案等等这些方面的搜集工作。那么从整个过程来看，我想是不是包括这么四个方面的工作：第一，因为你要提供及时的、准确的、有针对性的情报，这些情报又是从你的资料库里面提出来的，你怎么去搜集你的资料，你怎么去建立你的资料库，你就需要预测社会的发展。比如，在国防科研和国防工业的领域里，就要预测国防科学技术会怎样发展，有针对性地去搜集资料。这是做准备工作，不要等到有人来问，要提供某一个情报，措手不及。要预测需求，然后按着这个需求去搜集资料。第二，还要向需要情报的用户，介绍你库存资料的范围和情况，这就叫宣传介绍工作。假如有人有问题想找你，可还不知道你这儿有这个资料，他当然不会找你了。所以有了资料库，还要介绍这个资料库的内容。第三，一个很大的工程就是检索的体系，情报资料检索的技术体系要搞起来。因为这些资料、情报都是浩如烟海的，老办法是不行了，必须用新的科学办法，这就是科学的、现代化的检索系统。第四，当用户需要的时候，你能够提

供正确的而不是错误的，科学的而不是乱七八糟的情报，同时又要有针对性、及时性。这样的情报要求不一定正好和你库存的项目相符，也就是说，从资料、从知识变成有用的情报，还需要加工。这就叫情报分析工作，或者叫情报研究工作。

情报工作分得细一点，就划成四方面的工作。如果概括一点，无非就是两大方面的工作：一个就是把资料收集起来，建立资料库，建立检索系统，以便于使用；再一个方面，就是把这些资料活化、激活了以后，变成情报。这就需要分析、研究、提供。当然，这两个方面是相互影响的。刚才讲的那四个方面，就讲到了相互的影响。你搜集资料，首先你就得想一想，将来谁是你的用户，他会要什么东西。再一个要向用户宣传，你存了什么宝贝，他好来请教你。

我们今天应该把上面说的四项工作或者两个领域，作为一门科学技术来研究，我们的国防科技情报工作再也不能像以前那样，仅仅看作是一项工作，而应该把它考虑为一门科学技术，这一点我要强调。以前，我们对组织管理就仅仅看成是一项工作，而不看成是一门学问，管理嘛，“办”就是了，因此也就没有去建立和发展组织管理的科学技术，更没有去培养组织管理的专门人才。到现在，我国的科学技术落后于发达国家，而组织管理尤其落后，这是个教训。科技情报工作不能再重复这个失误，一定要把它看成是一门科学技术。现在要把这门科学搞好，要在我们中华人民共和国建立这一门科学技术。

三

总的任务明确了，现在具体地说有一些什么科技领域要

研究。你要搞情报，你就离不开资料、知识，离不开积累知识，要把科技知识积累起来。所以，第一项科学技术，就是收集、翻译以至于出版工具书这一类工作的科学技术。以前对这方面的工作总认为没有什么可研究的，收集就是收集，翻译就是翻译，编辑工具书就是编辑一下就是了。这还有什么科学技术?! 我觉得以前的考虑是不够的，收集资料实际上是一门科学技术，是要好好下功夫研究的。

这主要是因为收集的对象是十分复杂的，就以图书资料来说，它包括出版公司和出版社出版的书籍，个人印行的书籍，国家机关印发出版的书籍、报告和文件，各学术团体编辑出版的定期刊物，出版公司、出版社出版的定期刊物，还有许多不定期的刊物。在我们国家和其他国家也还有学校出版的学报等刊物。我们要做好资料的收集工作，首先要对这么庞大而又是多种文字的图书资料有一个比较清晰的了解：每一家出版公司、出版社的特点，出什么种类的书刊，质量如何；国家机关书刊的性质和种类；学术刊物的权威性如何，是严肃的还是流行争议性的，等等。搞清这些问题是一种专门的学问，是图书馆学的一部分。同时，图书资料的情况又不是一成不变的，出版单位在变，老的可能退出，新的不断出现，学术刊物的增长变化也是不断的。所以这门学问又是研究在运动变化中的学问。在我国有一些在大图书馆工作多年的老馆员，从实践中积累了这方面的丰富知识，是十分可贵的。

研究这门学问，也许可以叫做"资料学"吧，当然也要靠另一些资料，如书刊的广告，出版物的订购订阅单，出版通知，学术会议的消息，书籍的评论介绍，以及专门的书籍和期刊文章评论刊物。这些资料本身又是千头万绪的，我们应该把其中

的概况和比较稳定的部分整理出来，编写成工具书，作为资料学的一个基础。

资料收集的又一个方面，是通过国际学术交往，对象是人，从科学技术资料来说，就是世界的科学家、工程师和专家们。这是活的对象，比起上面讲的图书资料来，更难研究。当然各国都出版一些名人录，大的学术组织也出版会员录，还有其他各种各样的人物志等。但是作为资料收集的对象，对一个人、对一位科学家、一位工程师、一位专家的了解不能停止于上述的文字传记式材料，我们还要了解每一个人的脾气、工作喜好和生活习惯。这些又涉及到社会风尚，社会关系，心理学等领域的学问。此外语言是人和人交往的工具，如果不能用工作对象自己的语言和他交谈，是无法形成和谐的气氛的。我们以前在这方面下的功夫是很不够的，也没有编写必要的工具书。今后一定要在这个领域内认真努力，为开展国际间的科学技术交流创造一个新局面。

四

下面谈谈情报资料档案、图书、刊物的存贮检索技术。需要强调的是我们做科技情报工作的同志要抓这件事，但这项科学技术是很广泛的。比如电子计算机，我们不能代替国家研制电子计算机技术，发展电子计算机的技术队伍，但我们要把要求反映清楚，希望他们的工作和我们配合起来。比如，英语或者外语的全套资料的存贮和检索，可以利用外国已经建立起来的系统，我们可以“坐享其成”。但也有个问题，他们的系统也是很复杂的，花样很多，我们在引进这些技术的时候要

有我们的规格，不要弄乱了。至于汉语的体系，要建立我们自已的，国外也在搞，但没搞出来。我们国家最近搞出一些成果，已经做了不少工作，国防科工委也开过几次会，领导很重视，但还要继续努力，进一步完善。

再一个是存贮技术和检索技术，这正在一步步发展。最古老的当然是印刷了，然后发展到显微胶卷，发展到磁带，现在还要进一步发展。比如用激光判读的码盘，在一面码盘上可以刻上只有头发丝五十分之一那么宽的小坑，一共二百五十亿个，就用它来存贮信息，因为激光束判读时不会磨损盘表面，因此使用寿命很长，比磁带长得多。激光码盘原是为了录象而发展起来的，已有十年历史了，现在因磁带录象已占据了市场，要另找出路，才发现资料信息存贮这个应用[5]，现在看来激光存贮将成为资料存储的很好手段。再有就是全息激光技术，用全息图来贮存信息，我国也有人在搞，也是很有希望的技术。

所有这一些，涉及到的专业面是很广的，我们搞科技情报工作要靠别人来协作，任务是委托出去。但是，这方面工作的规划、计划还要我们来抓。我们对于需要、目的要比较明确，而且要用一种长远的眼光来看这个问题。这些技术不是一下子能够取得的，需要一段时间，这就要列入规划，一步一步地搞，若干年后，正是我们需要的时候，它这个技术出来了，那就正好。

关于存贮检索技术，因为大家已比较注意，各方面也已做了不少工作，我就不再在这里细说了。但结合存贮检索技术，应该提出建立情报资料信息网中的一项重点建设：通信线路的问题。在情报资料信息网里，信息流通是根本，而我们现在

通信线路还有空白点，就是有线路的地方，容量也远不能满足需要，可靠性也差。这些问题不解决，网就是空话。当然这里面也有技术问题，但更多的是组织计划问题，所以说是重点建设。

五

现在讲讲第三个方面的情报科学技术，即情报分析或情报研究。既然说情报是激活了的知识，或者精神财富，那么怎么激活？这有一个了解用户需要的问题。有了这个需要，题目出来了，就有一个怎么能从浩如烟海的资料库里面把情报提取出来的问题，怎么让它变活，我们以前在这方面做的工作还很不够。我稍微知道一点国防科工委的情报研究所的工作。他们在这个方面开展了一些工作，因为原来的国防科委要求我们情报所提供一些战略发展方面的情报，他们不能只找一篇资料翻译出来就行啦，而是要查找很多资料，才能看到发展趋向。但这方面的工作，做得还不多，用的方法也比较简单，看十篇、二十篇东西，然后把它综合一下，这还不是现在国外所说的情报分析研究工作。高级一点的情报研究工作，实际上是一个综合的技术。这种综合技术要用系统科学和系统工程的方法。下面举几个实例来说明。

先说希特勒追查泄密事件的例子[6]。这是 1935 年，正当法西斯德国的战争机器开始加速运转的时候，有一个名字叫雅各布的德国新闻记者，出版了一本小册子，书中具体地记载了当时正在重新武装的德军情况，其中包括德军的组织机构、参谋部的人员分布、各个军区的情况，并且列举了一百六十八

名指挥员的姓名和他们的简历。这么一个文件，希特勒知道以后就大发雷霆，说谁泄的密，责令追查。后来，德国的情报部把雅各布从英国骗到德国，审讯他，雅各布说，他这本小册子里说的每一件事情都是德国公开的报纸上登过的。而且把证据都拿出来，说他上面写的什么，这个资料哪儿来的，是哪年哪月哪日什么报上那一条讲的。审完以后证明，所有这些东西都是公开报纸上讲的，没有什么秘密的渠道。所以，这件案子也只好不了了之。我觉得这件事情，就是我上面所说的综合。这个综合就是把所存的材料拼拼凑凑，点点滴滴给它加起来。但是，有一个重要的内容、因素，就是拼这些东西得有一个框架，有个模型。拣了东西往这儿放上一点，往那儿放上一点，你知道往哪儿放。

再如，在普法战争的时候，马克思在伦敦，恩格斯在曼彻斯特，恩格斯常常写关于战争发展的文章[7]。有一次他预见，过两天就要发生一场战争，对这个仗大概怎么打，而且最后胜负是怎么一个情况，都已预见到。他写了一篇文章，用快邮寄给马克思，告诉马克思收到这个东西以后，马上交给伦敦的《派尔-麦尔新闻》编辑部。为了争取时间，马克思坐马车到编辑部，把稿件给了编辑部，编辑部很重视，第二天早上登出来了，而这场战争后来打起来了，战争的结果，与恩格斯的预见完全一致。那么，恩格斯是不是有什么特殊的渠道呢？没有。但是恩格斯掌握了马克思主义的哲学、辩证唯物主义和历史唯物主义、马克思主义的军事学。所以他听到那些事，把它往这个框架里一搁，整个的情况就出来啦。

情报的分析工作，靠一个模型。我举这几个例子，都说明有了模型以后，你再把搜集到的点滴的资料输入到这个模型

里去，这个全貌就出来了。有同志会说，那你得有一个模型，假设没有这个模型，怎么办？即使没有这样一个模型，现在系统工程、系统科学的方法也告诉我们还是有办法的。第一，首先是定性的，所谓系统分析这个办法就是把搜集来的这一些数据，可以经过系统分析，摸清它的趋向性的、定性性的一些东西。在这个基础上，还有在系统工程中最近十年发展起来的"系统辨识"方法。比如说，你对这个系统不知道，里面关系是什么不清楚，但是你有很多数据，有这个系统的输入和输出数据，你就可以用一套科学的方法去凑，最后，这个系统本身的结构就能凑出来，这就是"系统辨识"。甚至在更困难的情况下，不知道系统的输入数据，只知道输出，不知道这个黑箱子是怎么回事，我们还可以用系统辨识对这个黑箱子的内容猜个八九不离十。那么黑箱的内容一出来以后，猜得差不多了，再把那些数据综合在一起，整个的东西就清楚了。所以如果有一个模型，这个事情好办，假设没有模型也可以办，因为有现代的系统工程或者系统科学的方法，首先是系统分析可以定性，然后进一步用系统辨识，还可以定量。所以情报的分析，这一门科学技术也是大有可为的，不是说现在没有门道。国外正大量应用系统科学的方法，最近看到一个材料，美国跟苏联的克格勃作斗争，发现怀疑对象很多，但是，完全靠这个人的一、两件事情，又定不下性质，下不了决心。处于这么一个状态，美国就搞了一个模型，把模型输入计算机。因为这些克格勃的活动都是相互关联的，所以，把所有的观察到的点点滴滴可疑点都输进去，再用电子计算机进行系统辨识，这么一来，结果是真相大白，一个个克格勃是怎么回事就清楚了。然后把几个特别清楚的，下决心驱逐出境。这件事，我想用的就是这

套办法。

上面介绍的是情报科学技术的第三个方面，情报分析研究的科学技术，也可以说是生产情报的科学技术。这是一门重要的科学技术，我们要在这方面作出努力。

六

总起来讲，情报的科学技术里面第一个问题就是关于情报的搜集，这个我们要下功夫作为一门科学技术来研究；第二个问题就是建立情报贮存、检索体系，这要作为科学技术来研究，我们要抓，要靠全国协作；第三个就是情报分析的科学技术。这个我只说一下，这不是完全新的，不是一点基础都没有的，确实是有基础的，历史的实践有基础，现在系统科学的发展，系统工程的发展，也给我们提供了许多方法。所以，就讲这么三个方面的科学技术。当然，只讲这三个方面可能很不全，仅仅是抛砖引玉。"玉"是要大家来研究，才能得到的。但是，我想说明这么一个问题：我们现在对于科技情报工作的认识，应该是大大不同于十年前、二十年前的认识，如果那时候我们还是把科技情报工作看作是一件事情、一个工作要办，那么，现在我们必须认识到要做好这件工作，首先要研究科技情报工作本身的科学技术。

这是一门学问，它的影响将是很大的，它关系到我们社会主义物质文明和精神文明的建设。我们应该把情报工作看作是创造精神财富的事业中很重要的一个方面，是一件大事情。我们从前讲的一句话："秀才不出门，能知天下事。"他也是靠情报、靠信息吧。现在，我们确实能够做到，那就是靠我们的

情报体系或者叫情报信息这么一个体系。我们每一个人都在这个体系里头，每天也不能离开它，就象人不能离开空气一样。同志们！我们不是说大气层或者叫大气圈吗？它上面是对流层，再上去有同温层，再上去，地球外边有“磁圈”。国外有人利用了这个比喻，造了一个字，叫Noosphere，sphere就是“圈”或“层”的意思，noo，来源于希腊文，是“知识”、“信息”的意思。就是每个人在这么一个层里边。这个“层”是什么构成的呢？就是情报信息、知识、文化这么一个领域。所以，我觉得我们说的这个事要放远来看，要看到将来会是什么样子，那就是我们这个情报知识、信息体系，简直可以包括全部人类几千年来所创造的，而且还在不断地创造着的精神财富。而且这个全部的精神财富都可以由我们每一个人随手调用和享受，因为都通了嘛，谁都有一个终端嘛！倘若能这样，我们就不但能从旧的脑力劳动中解放出来，而且我们将获得一个伟大的新的世界，从来没有的高度文化的新的世界。我们的脑子不要花在记忆上啦，我们的脑子还可以干别的，也就是从繁重的记忆劳动中解放出来，把智慧集中到整理全人类的知识。全面考察，融汇贯通，从而能够创造更多更高的脑力劳动的成果，也就是人变得更聪明了，人类前进的步伐将会更快了。这几句话我是在1979年的那篇文章[8]里讲的。总之，我们要看得远些，要看到这么一个前景。

七

现在再结合国防科学技术情报工作讲几点看法。国防科学技术情报是用来为我国国防事业服务的。国防事业包括研

究、设计、试验、试验定型、批量生产、部队使用、作战等各个方面的科学技术。当然，现在我们各工业部还有民品，这也很重要。现在国防科学技术是越来越重要了，因此，科学技术情报工作也就越来越重要了。这就提出来一个问题，就是国防科技情报工作和一般的科技情报工作相比有没有特性？这个问题同志们也在研究[9]，在我们研究情报科学技术时，要注意到这些特点。对这个问题，我没有研究，不多说了。但是，我们在研究特点的时候，也要注意到国防科技情报工作也是国家科技情报工作的一部分，我们和国家的科技情报工作有千丝万缕的联系，在强调我们特点的同时，也要注意到我们和全国的联系。

我们现在还要研究规划问题，我也提一点这方面的看法。我国国防科技情报队伍人数确实不少，但是，我看这不能单纯地说是多了还是少了的问题。如果我们二十个人里，有一个人搞科技情报工作，那是不是多了呢？我们知道，美国人的情报工作是走在前面的，他们搞情报工作的就有一百六十万，这个数字是1980年统计的数字[10]。我们且不说它那整个搞情报资料工作的，就说这一百六十万的十分之一，那也是十六万哪。所以，这个问题不在于说我们人是多了还是少了，我们要研究的不在这方面，而首先要看，根据党中央、国务院、中央军委的指示，要实现国防现代化，国防科技情报工作到底应该是怎样一个规模。当然也要看到，现在这个队伍里面没有充分发挥每个成员的积极性和才能，内部比例失调也是有的，是不是这一方面多一些，那一方面少一些，有的方面我们还根本没有做工作。例如在美国，在情报工作人员中专搞情报理论研究的就占人员总数的近千分之十三，而我们呢，几乎没有人专门搞情

报理论研究，这就是一个问题。所以我们要制订规划，首先要研究情报科学技术这门学问，特别要研究国防科技情报工作这门科学技术的学问。

在开始研究这门学问的时候，我们千万不要一想就想到我们自己的那一块，而要讲究系统，讲究整体地看问题。人们常说，只见树木不见森林，那是要迷失道路的。所以，我建议大家在研究这个问题的时候要考虑上面讲的那些问题对不对。比如说什么是情报，情报和知识、和精神财富的关系，情报事业在整个精神财富的创造事业中占什么位置，等等。我曾经提过一个词，在我们社会主义国家应该研究创造精神财富的社会的科学，我把它叫做“文化学”，它包括整个教育、科学研究，但是，在“文化学”的领域里，情报科学也是很重要的组成部分。再有，我们千万不要轻视基础理论和有关的哲学问题，比如客观世界是物质的，是第一性的，其他都是第二性的。第二性的并不是不重要的，人的意识和思维是第二性的，又是由它去认识客观世界、创造出人类的精神财富、知识、文化。这样的问题，也值得研究，也要考虑，这就是思维科学方面的问题。我是把情报这个领域作为思维科学里面的一部分来考虑的[11]。因为情报最后要和人的意识、思维交互作用，如果人没法用，那就不叫情报了。所以思维、意识和电子计算机的相互作用，这是思维科学需要研究的，是人工智能需要研究的，也是我们要研究的问题。最后，所有这些工作都涉及到系统工程科学的问题，我们要建立一个很好的国防科技情报工作的体系，这就是一个系统工程的问题。所以我们在研究情报科学技术的同时，不要只研究情报科学本身，还要更广一点，这样我们才能把问题吃透。因此，我建议，要在我们这个

队伍里加强学术活动，也就是要研究情报的科学技术问题，要把它作为一门科学技术来研究。中国科技情报学会国防科技情报专业组的活动要加强，任务就是在我们国防科技情报队伍当中，研究情报的科学技术问题。

我们要在国防科技情报工作这门学问上下点功夫，我们能不能用两年的时间，大家齐心协力，在国防科技情报科学上下功夫。在研究这门科学时，要用马克思列宁主义、毛泽东思想的立场、观点、方法，要用马克思主义哲学来指导。要结合我们国防科学技术、工业以及部队等实际情况来考虑我们的工作到底应该怎么做，也就是"七五"规划。如果我们"七五"规划真正做的是科学的规划，是符合普遍规律的，是符合中国实际情况的，那么在"七五"期间，就可以把步子迈大一点，把我们国防科技情报工作的体系搞起来。这样做是符合中央总的要求的：在九十年代我们要有一个大的发展，迎接二十一世纪。

[1] 《陕西情报工作》，1(1983)1。
[2] 钱学森，《科技情报工作》，7(1979)1。
[3] 黄耀煌，《情报学刊》，1(1983)23；王万宗，同刊28页。
[4] 钱学森，《中国社会科学》，6(1982)89。
[5] B. Fox, New Scientist, Vol. 96, p.150(21 Oct. 1982)。
[6] 田新建，《国防科技情报工作》，6(1982)15。
[7] 敬思，《哲学研究》，12(1980)29—34。
[8] 同[2]。
[9] 《国防科技情报工作》，2(1983)6。
[10] 同[9]，第7页。
[11] 钱学森，《自然杂志》，8(1983)。

关于教育科学的基础理论

钱　学　森

一

新中国成立三十五周年来，教育事业取得了很大成就，但我仍感到我国的教育问题是一个十分紧迫的问题：

我国现在还有两亿多文盲和半文盲。

听说我们现在教小学生作文，老师规定格式，分几段，每段内容，少一段老师不给分；小学生作文也成了封建取士的"八股文"了。

我也知道有一位初中生在吃晚饭时向他的父亲说他想自动退学，自学成才，因为学校教学的一套，他受不了了。他父亲只好用一个晚上说服这位初中生。

我也曾到一所重点高等院校去听课，听了两节内容相联的数学课。我听了之后，感到教师讲的太繁琐，连习题也在课堂上讲，有的学生连笔记都不记！课后我找两位教师谈，我说两节课，改成一节课就行了，留下习题让学生自己思考去做，教学效果会更好些，而上课时间也减少了。我说，"这不是很好吗？"两位教师说他们同意我的意见，但不能照我们认为正确的方法去办：因为那样办，有些学生会不习惯，是灌惯了改

不过来了，就会向教师提批评意见。"条子"多了，教务部门不察，就会影响教师评职称，提级别！这是落后阻挡了前进，不准前进！

在解放前，我国民不聊生，教育事业十分落后，但也有几所名牌大学，如北京大学、清华大学、交通大学等的教学质量是好的，这些名牌大学的毕业生到美国的名牌大学，如哈佛大学、麻省理工学院、加州理工学院去读研究生是照例许可，不必再经过考试。这是因为这些学生学习成绩优异，比美国人强，从而建立起中国人的信誉。但现在好象变了，我们的大学毕业生到美国，有的要经考试、补课，才能进美国的研究生班！

而我们自己的研究生呢？知识面窄，只一心钻在写毕业论文上；外文水平比较差，不习惯看外文参考图书，这又反过来使他们扩展不了知识面！

现在四十多岁的教师呢？他们之中有的是副教授了，是我们这些人的接班人呀。他们之中的一部分是十分优秀的，报纸上常常表扬他们的事迹，读后令人得到鼓舞。但也必须说，四十多岁的教师中的大多数也深受"十年浩劫"之害，因此知识面很窄，外文阅读能力很差，这都使他们缺乏高瞻远瞩的见识。

以上我从小学教育讲起，一直讲到大学、研究生和中年教师们，描述了一幅令人担心的情景。这是虚构的吗？虽然我但愿错了，可是我放不下心呀！

二

担心着急的人看来决不止我一个。那么有什么办法？有

什么科学的办法，也就是可靠的办法，合乎事物本身规律的办法？我看以前在我国教育界奉为大师的苏联凯洛夫[1]似乎不能回答我们的问题，反之，也许就是因为我们受了凯洛夫的影响而吃了亏。

我们知道的第一位提出要搞“教育工程”改革教育工作的是敢锋同志[2]，早在党的十一届三中全会前夕，他就试图把自然科学中的一些物理学概念用到人的教育工作中来。意图是好的，但人的思维过程和学习过程毕竟远比机械物理过程复杂得多，有它们自己的特殊规律，强行套用物理学概念不见得会成功。后来敢锋同志好象也没有把这一想法继续发展下去。

1983年6月，我国在广西南宁举行了创造学学术讨论会，并邀请日本创造学家村上幸雄先生参加，开始了我国创造学的讲习和研究。日本的创造学是与又一门所谓“发明学”[3]有关的；发明学是想教人如何去发明，搞能够取得专利权的发明，而创造学的范围更广一些，讲解一切领域内的发明创造该怎么搞。发明学和创造学都比“教育工程”前进了一步，承认人的智力发展不是一个简单的机械物理过程。但这些专家们都讲：如果你要发明，要创造，那就请你按下述条款办，一、二、三、四、……。创造真的如此简单吗？如果如此简单，那教育工作也好办了，教育不也就成了去学会作这一、二、三、四……了吗？学生不会，就叫学生去念呀，记呀，背诵呀。教育能这样搞吗？我看不能。这样搞会适得其反的，这是把培养一个人的智力同教会人一项技艺这两件不在同一等级上的事混在一起了。学一项简单的技艺，例如学讲一种外语，讲到外国人能听懂，可以用这种强行灌输的方法。外国期刊上这一类包

教包会的广告很多[4]；但没有包教出诺贝尔奖金获得者的广告！就是讲外语，能说到使外国人听懂是一项技艺；但要讲外语讲得达到文理优美，有风趣，那就不是一项简单的技艺，是文化教养的问题。

由于以上认识，江西南昌师范学校徐章英同志就提出要以生理学、脑科学、心理学，特别是思维科学为基础，创立智力开发的工程——智力工程，江西省科协副主席李忠显高级工程师也以智力工程为题发表了很全面的意见。我一方面认为这是看问题的正确方向，教育工作的最终机理在于人脑的思维过程；但我又以为智力工程包括的范围太广了，从机理一直到教育工作的实施，连教育工作的组织、计划、管理都在内了。而教育工作的组织、计划和管理是一项可以应用现代组织管理技术——系统工程的工作，也就是我称之为教育系统工程[5]的技术。教育科学中最难的问题，也是最核心的问题是教育科学的基础理论，即人的知识和应用知识的智力是怎样获得的，有什么规律。解决了这个核心问题，教育科学的其他学问和教育工作的其他部门都有了基础，有了依据。没有这个基础理论，其他也都难说准。研究智力工程应该先集中研究教育科学的基础理论。

三

怎样研究教育科学的基础理论呢？徐章英同志看问题似乎比较单纯，她认为不是有心理学吗？还有心理学的基础脑科学吗？这不是在近二十年来有了很大发展的学科吗？徐章英同志还寄希望于刚提出来的思维科学。我想人脑的活动的

确表现为思维，人脑是思维的物质基础，思维科学最终要靠脑科学来阐明它的机理。但那是“最终”，不是现在。如果现在就要用脑科学来阐明思维，那只有等待，只好无所作为了。但这是不必要的，人的思维过程已有大量的观察结果，是宏观的观察，不是深入到神经元的微观观测。为什么不从宏观观察开始？完全可以嘛，这样我们就能立即开始动手，研究思维科学而不必等待脑科学的成果。这就好象化学家远在原子物理、基本粒子物理搞清原子结构、搞清原子核结构之前，就研究分子结构及其性质了；相对于原子、原子核，分子是宏观的，化学家是从宏观开始的。思维科学也要从宏观开始，这是实事求是的科学态度[6]。

但对教育科学的基础理论来说，思维科学又象是微观的，更深入到机理的学问。如果思维科学已经建立起来了，而不是它处于目前的草创时期，那我们也许可以用思维科学来建立教育科学的基础理论。但实际并非如此，人的个体思维过程中的三种，只有一种中的一部分即抽象（逻辑）思维中的逻辑思维研究得比较清楚，这一种的另一部分，即辩证思维还未掌握其全部规律。个体思维的其他两种，即形象（直感）思维和灵感（顿悟）思维的规律还未掌握。至于对教育工作有重要作用的人与人的思维相互作用，即“社会思维”，也没有掌握其规律。因此从目前思维科学的发展情况看，要从思维科学引出教育科学的基础理论也是不现实的。

怎么办？只有再进一步“宏观化”，从人受教育过程的本身开始，从古今中外的教育经验中总结。这里说的教育经验包括学校教育的经验，社会影响或社会教育的经验（其中有家庭影响、家庭教育）；而从孩子一生下起，直到人的老年，一生

的全过程都有教育经验。这里说的经验当然包括成功的经验，也包括失败的教训。古今中外，事例千千万万，记载在汗牛充栋的典籍图书之中，材料十分丰富，怎么不能总结出教育科学的基础理论来呢？

也许有同志会问：你说材料丰富，能总结出教育科学的基础理论，为什么那么多年了，却至今还没有人总结出这个理论呢？我现在来回答这个问题，我们能办到。其理由是：

第一，我们有马克思列宁主义、毛泽东思想这个最锐利的武器，我们有马克思主义这个一切科学技术知识的最高概括和指导一切科学研究的原则。辩证唯物主义以及它的基础，自然辩证法、历史唯物主义、数学哲学、系统论、认识论、人天观、军事哲学、美学等构筑成现代化的马克思主义哲学体系，[7][8]用它就能帮助我们在材料千头万绪极端复杂的情况下，分清现象与本质，找出条理来。而在以前，这是不可能的。

其次，现代科学技术毕竟有了很大的发展，即便如前面讲的，它还不能直接为教育科学的基础理论提供构筑件，它却能为我们总结经验提供许多极为有用的线索。例如，人的才能是先天的还是后天的？有教育所无能为力的情况吗？当然有：有极少数幼儿，大脑有损伤，那就不是教育所能完全补救的了。此外也有遗传的因素，但不会有很大影响，只要是人类，各民族之间的差异是微不足道的。过去有那么一些人热衷于夸大民族之间的智力差别，把"智商"(I.Q.)测试结果说成是证明了民族智力的不同。现在已经越来越站不住脚了，智商已被看作是教育结果的评定[9]，而不是什么先天的遗传因素了。这就说明，民族之间在先天遗传因素方面的作用是不大的。皮亚杰(J. Piaget)等儿童心理学家的研究更明确地指出：

幼儿一生下来，大脑还远没有成长起来，是儿童在生活中接受外界刺激后才逐渐发展的。外界刺激就发生在教育过程中，所以教育不是从幼儿园开始的，而是从婴儿就开始了。这个认识对我们总结教育经验，是有重要意义的。

又如，人的思维是从语言开始的吗？从前人们常说语言是思维的工具，所以语言先于思维。现在对形象思维的研究说明，只是抽象思维靠语言，形象思维不靠语言，形象的感知是只可意会，不可言传的。幼儿心理学也证明，形象思维先于语言，也先于抽象思维[10]。这就说明形象思维在教育工作中的重要性。形象思维教育可以通过文学艺术的欣赏来实现，所以教育中的美育是重要的。

有了上面讲的两个理由，我认为：我们现在应该有信心从古今中外的教育经验中总结出教育科学的基础理论——教育过程的客观基本规律。当然，在这个总结经验的过程中，如果脑科学、心理学，以及思维科学有什么新发现、新成果可以利用，那就更能促进这项工作。

四

前途如何？我们能总结出一套指导教育工作的基础理论，从而大大改进我们的教育工作，培养出工作能力和创造能力很强的一代新人，由他们来担当世界范围"知识战"、"智力战"的主力部队吗？我认为一定可以。理由是：如前面章节中讲的，人的才能主要靠后天培养而不是什么先天就有的天才，既然古今中外都有一批才能卓越的人才，他们也是他们所经历的学习环境所教育出来的；只要掌握了他们之所以才能出

众的规律，有几个就能有一批，有一批就能有一大批，以至成千上万！这是过去历史所提供的论据。关键在于掌握教育科学的基础理论，把个别推广到一般。

从我个人的实践来说，对此我也是乐观的，因为我之所以有今天，当然是由于党和人民的培养，但这与我在旧中国二十四年所受的教育，从幼儿园、小学，到初中、高中，到大学，也有很大关系。旧中国国家多难，人民处于水深火热的灾难中，但我这一段所受的教育却是一个小小局部现象，情况比较好，特别是中学。

二十年代的北京师范大学附属中学有个特别优良的学习环境，我就是在那里度过了六年，这是我一辈子忘不了的六年。当时这个学校的教学特点是考试制度，或说学生对考试形成的风气：学生临考是不作准备的，从不因为明天要考什么而加班背诵课本。大家都重在理解不在记忆。考试结果，一般学生都是七十多分，优秀学生八十多分。就是说对这样的学生，不论什么时候考，怎么考，都能得七、八十分。这个学校的教学内容也很深刻和现代化。我还记得高中一年级时几何老师是傅仲孙先生（当时他还是师大数学讲师，新中国成立初年任北京师大副校长）。他说：他讲的道理是纯推理，得出的道理，不但在教室里如此，在全中国也如此，不但在全中国如此，全世界也如此，就是到了火星，也还得如此！他是把逻辑推理讲得透澈极了。而且也现代化。举例说，化学课，在二十年代就讲化学键是由原子外壳层电子形成的，八个电子成闭壳，等等。这个学校的高中分两部：一部是文史部，二部是理工部。我在二部，正课和选修课有大代数、解析几何、微积分、非欧几里得几何；物理学（用美国当时的大学一

年级课本)；无机化学，有机化学，工业化学；英语，德语；伦理学。伦理学课是由学校校长（称主任）林励儒先生(新中国初期任国家教育部副部长)教，明确道德规范是因社会的发展而演变的，这不也是现代化了吗？化学试验课比较丰富，但也有当时的困难，试剂不纯，滤纸是穷办法，用北京冬天糊纸窗的"高丽纸"！此外，音乐、美术课学校也是重视的，我们的美术老师就是不久前去世的国画大师高希舜先生。

由于我有这样一个中学的基础，当我进了上海交通大学，第一年是学不到很多新鲜东西的。但这个大学与师大附中不同，考个八十多分不算好学生，得考九十五分以上才行。所以我的功用在背诵上去了，以应付考试。我是在机械工程系的，第四年是专业课，我学的是铁道机械工程。因为在旧中国，国民党政府不搞工业建设，工程教课实际不易开展，所以第四年也有点放羊，学习并不很紧张。因此我在上海交大四年中，只有两个学年收益比较大。

我讲了这样一大段自己在旧中国受教育的经历，其实也不是我一个人的经历，是两所学校全体学生的经历。这是为了说明实践证明能做到的事：六年小学和六年中学可以达到现在高等院校一年到一年半的学习水平。所以如果要培养在某一专业领域内能实干的人才，大学不要四年，有两年就可以了。这就是两年制大学专科。四年制大学可以是培养有开发科学技术的能力的人才，达到的水平可相当于我国现在的硕士。这不是一个很大的进步吗？而这还没有用将来会总结出来的教育科学基础理论，没有用更高明的教育方案。所以，我是乐观的。

五

在这一节里，我想绘制一幅本世纪末我国教育事业的草图。到本世纪末，我国大概有十二亿人口。根据我国第三次人口普查百分之十抽样结果，四十岁以下的人口流，即每年进入一个岁数的人数（也大致等于长了一岁而走出这个岁数的人口数）大约是二千万。到本世纪末，我国如果普及小学教育，这就是每年入学和毕业的小学生，即在校小学生一共一亿二千万。

只有小学教育工作还不行，这每年毕业的二千万小学生有一半要进职业学校，三年毕业。每年一千万，在校学生三千万。其他一半进初级中学，每年也是一千万，在校初中生三千万。

初中毕业的学生，每年有一千万，其中多一半，可能是六百万进中等专科学校、职业中学和技工学校，三年毕业，在中专学习的学生是一千八百万。还有四百万进高中，三年学习，在高中的学生是一千二百万。

每年有四百万高中毕业生，其中多数约三百万进大专，两年毕业，在校学生为六百万。

另有一百万高中毕业生进高等院校，四年制，在校学生四百万。

以上只是大致情况，不算细节，如择优录取和类别之间的调整等。这样在校学生一共有二亿二千万。即便因采用现代化电化教学，大大节省教师力量，教这二亿二千万学生也要有大专或大学、硕士毕业水平的教师大约二千二百万人。由于

技术进步而需要对在职工作人员进行再教育，这还没有计算在内。所以大学、硕士毕业水平的教师总得在一千万以上。

我以前曾建议：到 2000 年，我国干部的文化水平都要是大学毕业的[11]，而现在我国已有约二千万干部，将来还要增加。所以加上大大扩充了的教师队伍，全部大学毕业水平的工作人员将近四千万。以每人平均在位工作四十年计，每年需要补充新大学毕业生一百万。这个数字和上面方案的数字相符。

这样一个教育体系预计每年经费将近一千亿元，比目前增长十倍左右。但这是二十一世纪所必需的。当然，可以多方集资办学，这一千亿不必都由国家财政支出。

在以上各节里，我试图陈述我对改革我国教育事业的意见。我认为，我们应该从根本问题，即教育科学的基础理论做起，不要简单地引用别国的现成经验，这才是马克思列宁主义、毛泽东思想的做法。从古今中外千百年来的经验总结出基础理论很不容易，但想到这是二十一世纪的大事，再费气力也是应该的。这需要大力协同，不只是教育工作者的事，社会科学家要参加，自然科学家也要参加。请国家有关部门来领导这一攻关吧！

攻关的结果将导致一场我国教育事业的大改革。

[1] 凯洛夫：《教育学》，人民教育出版社1953年版。
[2] 敢锋，《光明日报》，8(1978)12;10(1978)26;3(1979)1。
[3] 川口寅之辅：《发明学—创造新技术的思考方法》，专利文献出版社1983年版。
[4] Scientific American，7(1984)87;8(1984)5。
[5] 钱学森等：《论系统工程》，湖南科学技术出版社1982年版，第180、206页。
[6] 钱学森，《大自然探索》，1(1985)。

[7] 钱学森，《哲学研究》，3(1982)19—22。
[8] 钱学森：《系统思想、系统科学和系统论》，见《系统理论中的科学方法与哲学问题》，清华大学出版社1984年版，第4—29页。
[9] James Flynn, *New Scientist*, 1984.4.5, Vol.101, No.1401, pp.29—31。
[10] 王南，《求是月刊》，2(1984)15—24。
[11] 钱学森，《世界经济导报》，10(1983)10。

后　　记

这本文集之所以能够和读者见面，是和上海人民出版社编辑同志的督促分不开的；没有编辑同志的鼓励和催促，我不会想要承担收集和编排这组论文的工作。因此，首先感谢上海人民出版社，特别是该社新学科编辑室的编辑同志。

既然文章是我收集的，编排次序也是我建议的，我有责任在这里向读者们交待我的想法。第一篇是高士其同志在1984年8月北京召开的全国思维科学讨论会上的发言，此后不久便在北京开了庆祝高士其同志从事学术和科普工作五十周年的隆重集会；我在编排中把他的文章放在第一，正好作为全书的序，也是表示我们大家对高士其同志的敬意。

第二篇是讲现代科学技术直到马克思主义哲学这一最高概括的短文，说明思维科学仅仅是现代科学体系中的一个组成部门，算是个开场白吧。

第三篇到第十二篇，都是探讨思维科学的内容和结构的。说探讨，是因为思维科学的研究刚起步，这些问题中有不少是尚无定论的。曹利风同志的文章就有他自己的看法。刘觐龙同志的文章说明思维虽然是大脑的产物，但由于脑科学研究今天所处的阶段，从脑科学开始去研究思维科学确有远水不解近火之憾。李燕强、朱长超、胡寄南、王志清、王南几位同志的文章都从一个侧面给我们启发。但思维科学的整体性问题还必须进一步深入研究，逐渐搞透。

从第十三篇到第十六篇，这四篇文章代表今天比较流行

的逻辑计算观点，把人的思维看作是计算或逻辑符号运算过程。这是由于当代电子计算机的高度发展而形成的看法。当然四位作者中，洪加威同志是最乐观的，认为从原理上看，计算机可以代替人脑。

从第十七篇到第二十篇，这组文章不同于上一组文章了，对逻辑计算的观点提出了质疑。戴汝为同志提出知识的作用，而知识是内涵不太明白的储存库。陈霖同志很明确地提出计算理论的一朵可能的乌云，发出警告了。而李泽厚同志更是另辟途径，把中国古老的“悟”请出来了。刘奎林同志从考察人的灵感思维而提出大胆的设想。所以这组文章是发人深思的。在思维科学这样一门年轻科学中，不怕有难题，难题当前，正好启示我们去寻找新的可能性。我已向洪加威和马希文同志建议：要考虑用系统科学中系统学的方法来突破难关。

最后四篇都是讲思维科学应用的。张光鉴同志的论文讲的范围最广，很有实际意义。黄浩森和杨春鼎同志的文章代表了很多文学理论工作者的思考，也是一个广阔的领域。

以上都是我自己读了这些文章后的感受，也是根据自己的感受来编排论文的。我的理解可能不对，那编排次序也就错了；好在文章俱在，读者自己可以另有“编排”，可以另有自己的文章序号。总之，思维科学还很不成熟，很需要有志于此的同志们共同努力探讨，以求弄清这个非常重要的科学部门。上海人民出版社决定出这本文集，也是希望有更多的中青年科技工作者来参加这项攻关。

钱学森

1985年4月22日

列宁诞辰纪念日于北京